MAX

4 A

NOVA

VMBO-K

Nask 1
Natuurkunde



NAAM EN KLAS:

MALMBERG



4 VMBO-K deel A

Nask 1

Auteurs
Sander Michon
Lian Poelsma
Rein Tromp

Eindredactie
Linda Kleverlaan
Sander Michon

Met medewerking van
Frits Kappers
Lineke Pijnappels
Coert Schatorjé

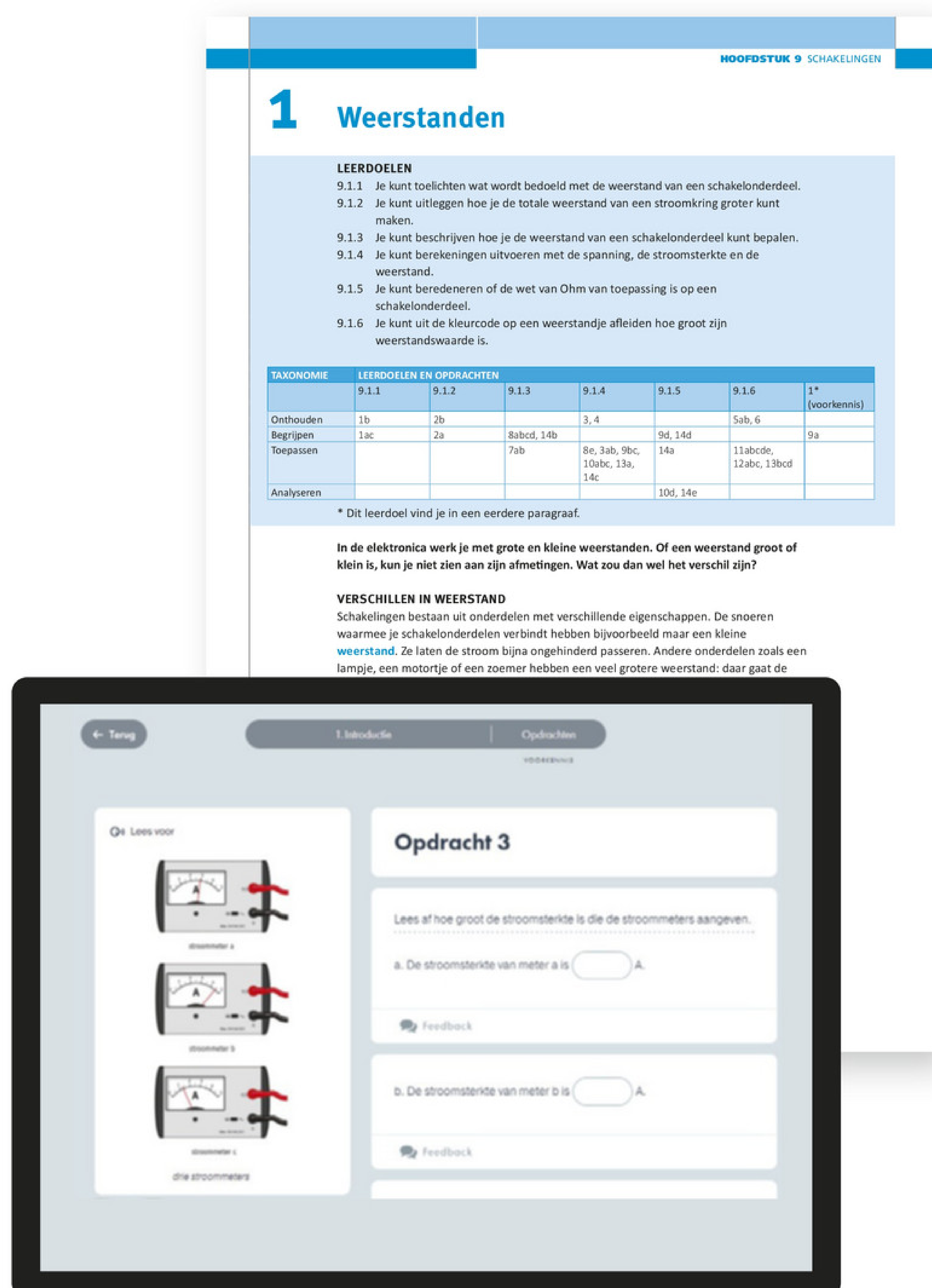

Release 5.0, eerste oplage

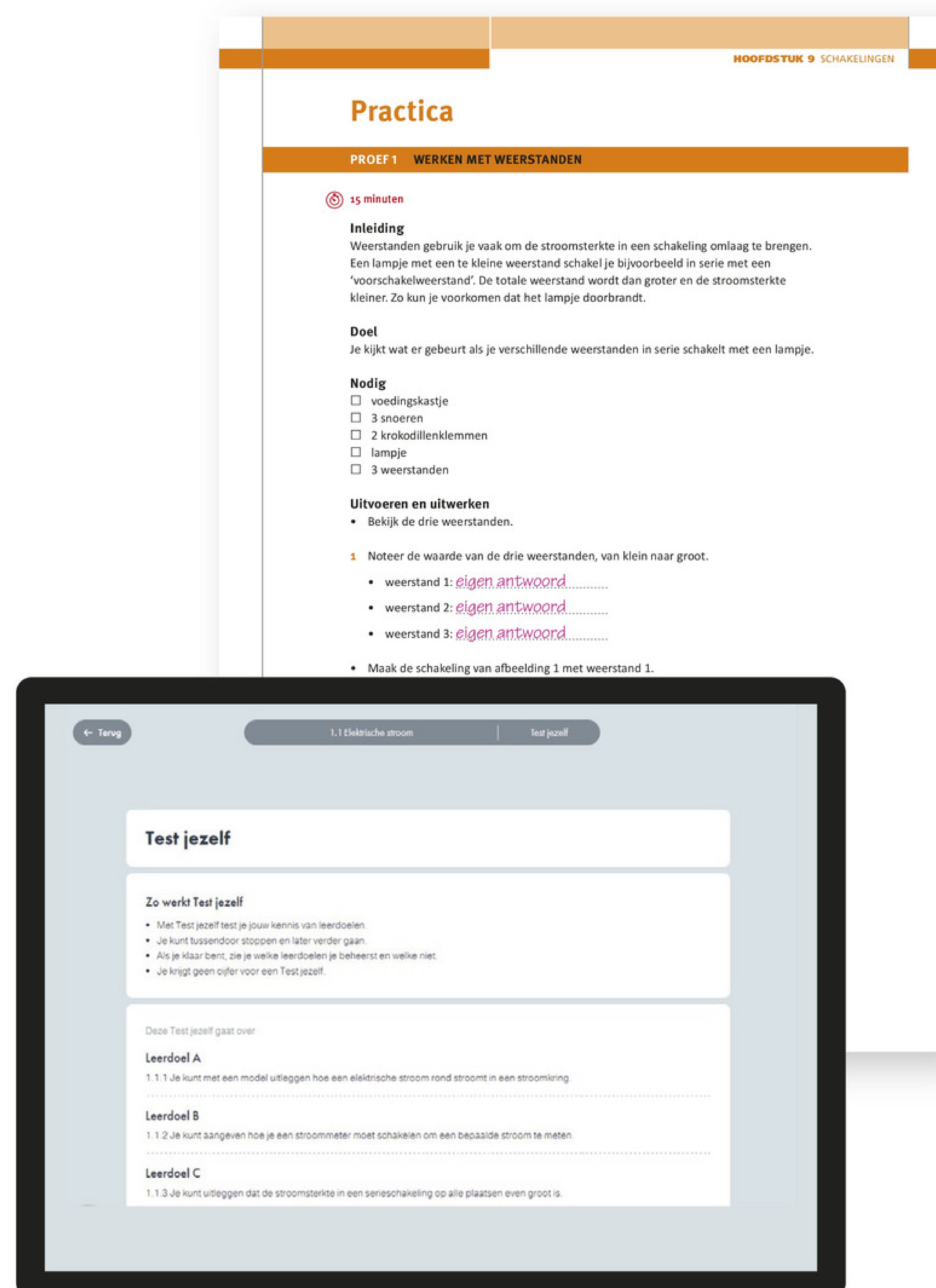
www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuurkunde gaat over de wereld om je heen. Met *Nova* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je leraar kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in een Introductie waarin je je voorkennis test, Theorieparagrafen, een Practicumparagraaf en een Afsluiting. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. Bij de practica ga je zelf aan de slag en leer je onderzoeken. In de Afsluiting vind je een overzicht van de leerstof in de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je oefent belangrijke vaardigheden met de *Vaardigheidstrainer*.
- Je test je voorkennis met de *Voorkennistoets*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf* en *Oefentoets*.
- Je leraar volgt hoe je het doet.

Goede voorbereiding op de toets!

In het boek vind je in de afsluiting van elk hoofdstuk de onderdelen Onthoud en Begrippen die je helpen bij de voorbereiding op de toets. In de online paragraaf Afsluiting vind je *Flitskaarten* voor het leren van alle begrippen. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan aan het einde van elke paragraaf de *Test jezelf* of *Oefentoets*.

Examentraining en Vaardigheden

Na het laatste hoofdstuk vind je in beide boeken van dit leerjaar een Examentraining. Daarin leer je hoe je je kunt voorbereiden op het examen. Ook ga je echte examenopdrachten maken. Aan het eind van elk boek vind je het onderdeel Vaardigheden. Daarin worden de belangrijkste vaardigheden om onderzoek te doen uitgelegd. Enkele belangrijke vaardigheden kun je online oefenen met de *Vaardigheidstrainer*.



AFSLUITING — HOOFDSTUK 9 SCHAKELINGEN

Leerstofoverzicht

9.1 WEERSTANDEN

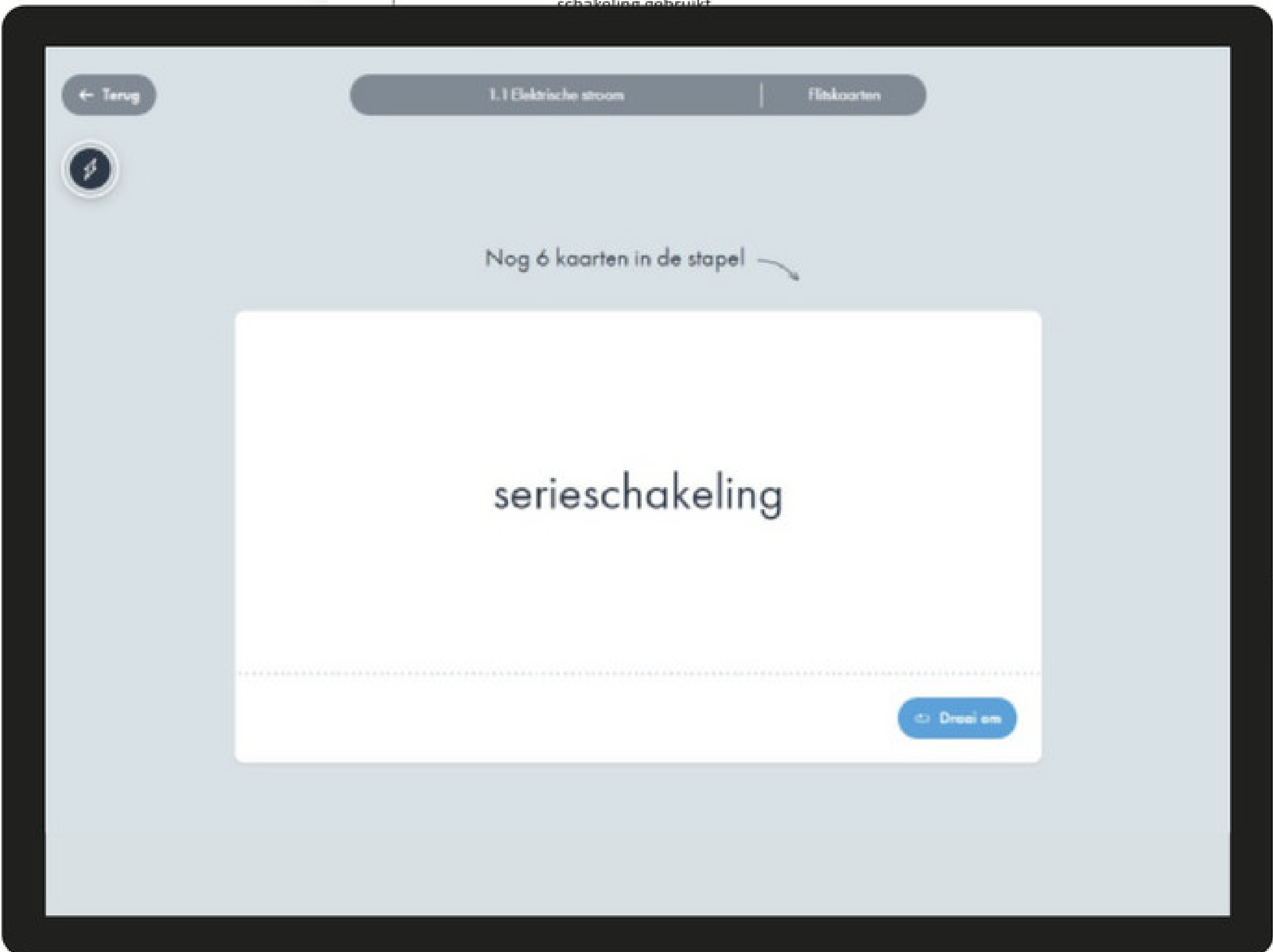
ONTHOUD
- De weerstand van een schakelonderdeel zegt iets over hoe gemakkelijk of moeilijk de stroom erdoorheen kan lopen. Bij een grote weerstand kan de stroom moeilijk door het schakelonderdeel heen. De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
- Een schakelonderdeel dat je gebruikt om alleen de weerstand in een schakeling te verhogen noem je een weerstand.
- Als je de stroomsterkte door en de spanning over een schakelonderdeel weet, dan kun je de weerstand van dat schakelonderdeel berekenen. Hiervoor gebruik je de formule: $R = \frac{U}{I}$
- De weerstand van een schakelonderdeel kan steeds even groot zijn. In dat geval geldt voor dat onderdeel de wet van Ohm. De spanning en de stroomsterkte zijn dan evenredig.
- De weerstandswaarde van een weerstand kun je aflezen aan de gekleurde ringen die erop zijn aangebracht.

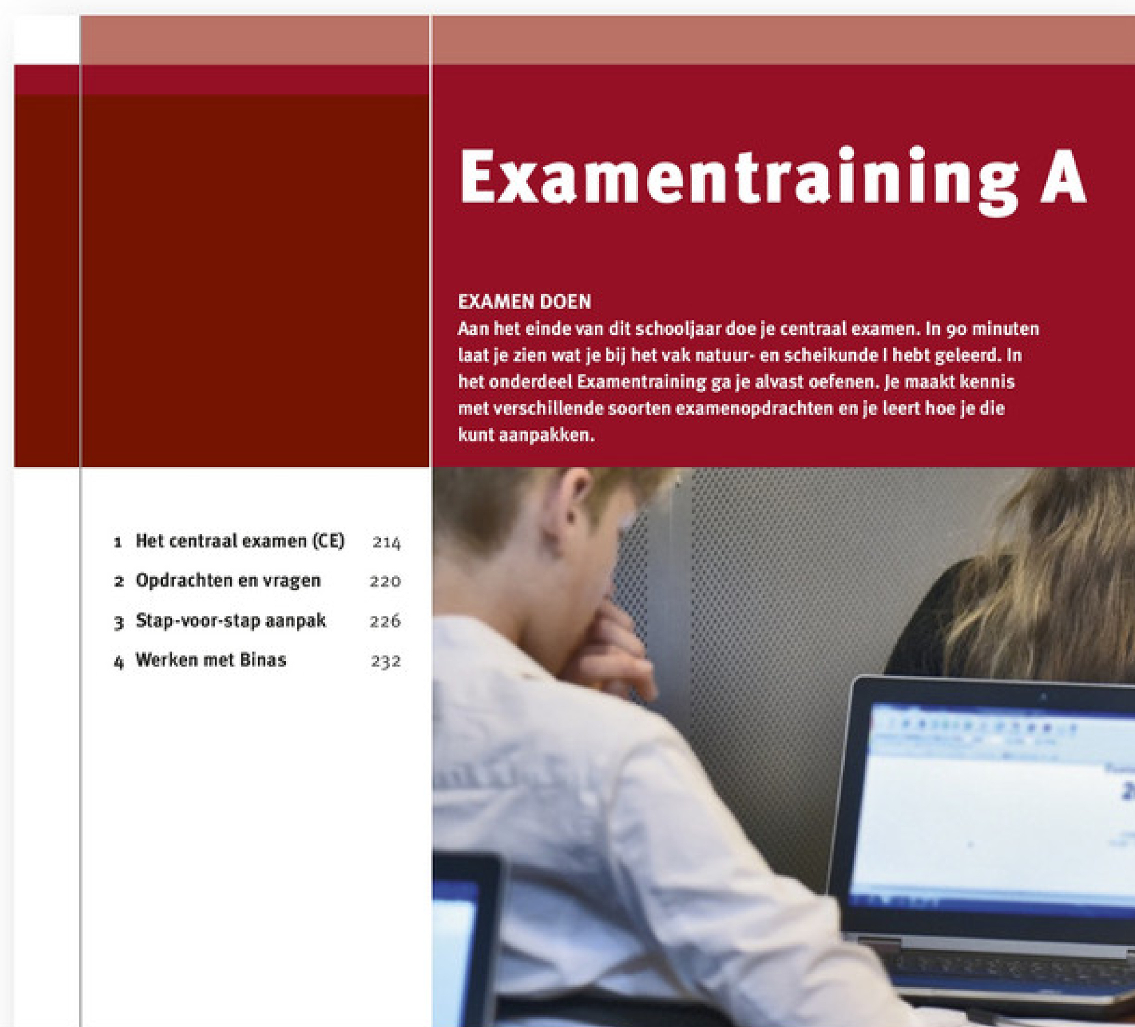
BEGRIPPEN

(*I*,*U*)-diagram
Grafiek waarin de stroomsterkte (door een schakelonderdeel) is uitgezet tegen de spanning (over dat schakelonderdeel).

weerstand
1 Eigenschap van voorwerpen die aangeeft of de stroom er gemakkelijk (bij een kleine weerstand) of moeilijk (bij een grote weerstand) doorheen kan lopen.
2 Schakelonderdeel met een bepaalde weerstandswaarde dat je in een schakeling gebruikt.

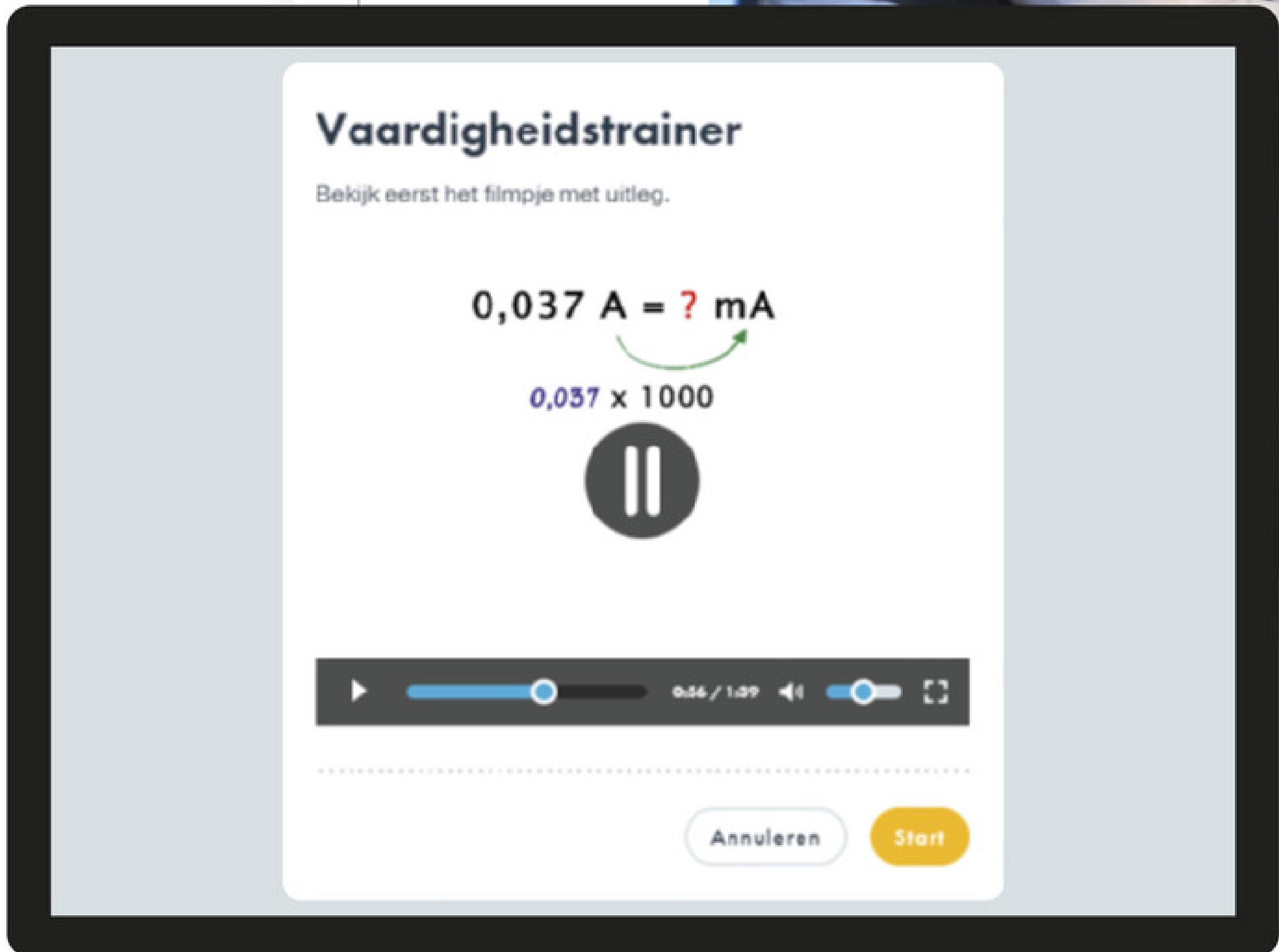
wet van Ohm
Regel die opgaat voor veel schakelonderdelen. Als een onderdeel voldoet aan de wet van Ohm, is zijn weerstand steeds even groot en zijn de spanning en de stroomsterkte dus evenredig.





Examentraining A

EXAMEN DOEN
Aan het einde van dit schooljaar doe je centraal examen. In 90 minuten laat je zien wat je bij het vak natuur- en scheikunde I hebt geleerd. In het onderdeel Examentraining ga je alvast oefenen. Je maakt kennis met verschillende soorten examenopdrachten en je leert hoe je die kunt aanpakken.



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je schrijft je berekeningen op.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

	Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
PROEF 1	Er is een proef bij deze lesstof.
	Met deze proef ben je zo lang bezig.
	Gebruik de vaardigheid bij deze opdracht.
	Deze opdracht biedt extra uitdaging.
	Deze opdracht maak je het best in het boek.

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

9 Schakelingen

AUTOMATISCH SCHAKELEN

In veel apparaten zitten elektronische schakelingen die dingen kunnen waarnemen en daarop reageren. Dankzij zo'n schakeling kan een apparaat zelfstandig een taak uitvoeren. Taken zijn bijvoorbeeld het licht aandoen als dat nodig is, planten water geven, de temperatuur regelen, een deur openen of sluiten, enzovoort.





Wat weet je al over schakelingen?

LEERDOELEN

1 Je kunt rekenen met de eenheid van stroomsterkte.
2 Je kunt uitleggen op welke manier je de stroomsterkte meet.
3 Je kunt de symbolen herkennen die je gebruikt om een schakelschema te maken.
4 Je kunt het verschil uitleggen tussen een serie- en parallelschakeling.
5 Je kunt beschrijven welke twee gevaren het gebruik van elektriciteit met zich meebrengt.

In de hoofdstukken 4 en 6 van Nova nask 1 leerjaar 3 heb je al een aantal dingen over elektriciteit geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Reken om.

a 100 mA = ... A

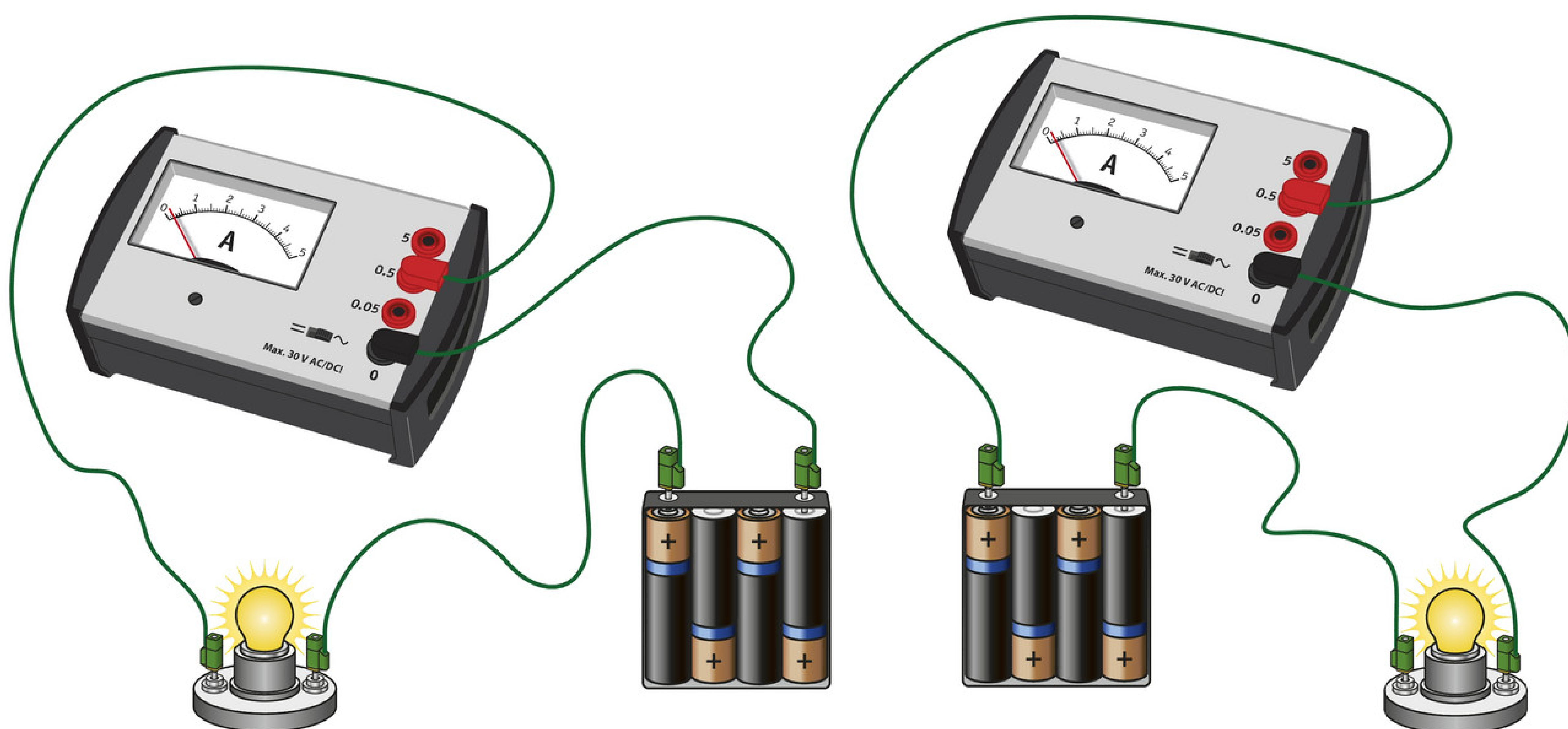
b 1560 mA = ... A

c 0,036 A = ... mA

d 0,43 A = ... mA

2 In afbeelding 1 zie je twee proefopstellingen om de stroomsterkte door een lampje te meten.
Met welke proefopstelling kun je de stroomsterkte meten?

○ A met de opstelling links
○ B met de opstelling rechts
○ C met beide opstellingen
○ D met geen van beide opstellingen

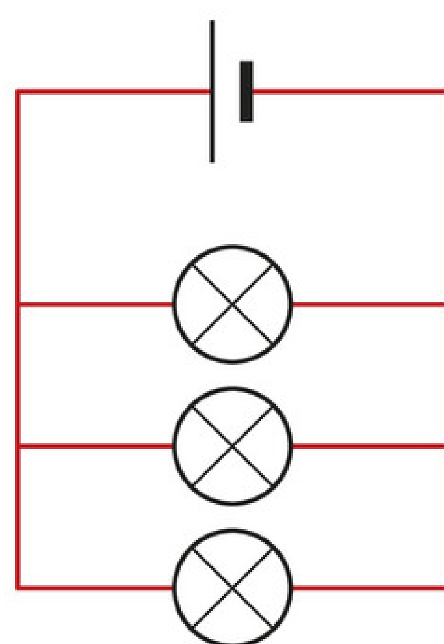


afbeelding 1 De stroomsterkte meten.

3 Koppel de juiste component aan elk symbool.

A	○	○	1 batterij
B	○	○	2 lamp
C	○	○	3 schakelaar
D	○	○	4 spanningsmeter
E open / dicht	○	○	5 stroommeter

4 Welk soort schakeling is getekend in het schakelschema van afbeelding 2?
serieschakeling / parallelschakeling



afbeelding 2 Een schakeling.

5 Als je een voorwerp aanraakt waar spanning op staat, krijg je een schok. Er loopt dan een stroom door je lichaam. Daardoor trekken je spieren samen.
Vanaf welke stroomsterkte is een stroom door je lichaam levensgevaarlijk?

- ○ A 0,01 A
- ○ B 0,1 A
- ○ C 1 A
- ○ D 10 A



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Weerstanden

LEERDOELEN

9.1.1 Je kunt toelichten wat wordt bedoeld met de weerstand van een schakelonderdeel.
9.1.2 Je kunt uitleggen hoe je de totale weerstand van een stroomkring groter kunt maken.
9.1.3 Je kunt beschrijven hoe je de weerstand van een schakelonderdeel kunt bepalen.
9.1.4 Je kunt berekeningen uitvoeren met de spanning, de stroomsterkte en de weerstand.
9.1.5 Je kunt beredeneren of de wet van Ohm van toepassing is op een schakelonderdeel.
9.1.6 Je kunt uit de kleurcode op een weerstandje afleiden hoe groot zijn weerstandswaarde is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	9.1.1	9.1.2	9.1.3	9.1.4	9.1.5	9.1.6	1* (voorkennis)
Onthouden	1b	2b		3, 4		5ab, 6	
Begrijpen	1ac	2a	8abcd, 14b		9d, 14d		9a
Toepassen			7ab	8e, 3ab, 9bc, 10abc, 13a, 14c	14a	11abcde, 12abc, 13bcd	
Analyseren					10d, 14e		

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

In de elektronica werk je met grote en kleine weerstanden. Of een weerstand groot of klein is, kun je niet zien aan zijn afmetingen. Wat zou dan wel het verschil zijn?

VERSCHILLEN IN WEERSTAND

Schakelingen bestaan uit onderdelen met verschillende eigenschappen. De snoeren waarmee je schakelonderdelen verbindt hebben bijvoorbeeld maar een kleine **weerstand**. Ze laten de stroom bijna ongehinderd passeren. Andere onderdelen zoals een lampje, een motortje of een zoemer hebben een veel grotere weerstand: daar gaat de stroom lang niet zo gemakkelijk doorheen.

In afbeelding 1 zie je een lampje dat met twee snoeren is aangesloten op een spanningsbron. Het hangt van het lampje af hoeveel weerstand de stroom in totaal ondervindt. De weerstand van de snoeren is zo klein dat je die kunt verwaarlozen. De stroomsterkte wordt maar door twee dingen bepaald: de spanning van de spanningsbron en de weerstand van het lampje.

Het lampje is aangesloten op een spanning van 6,0 volt. Dat is de spanning waarvoor dit lampje is ontworpen. Bij deze spanning heeft de stroomsterkte door het lampje de juiste waarde. Het lampje geeft dan helder licht, zonder te heet te worden. Je kunt de spanning wel iets verhogen om het lampje feller te laten branden, maar dan gaat het lampje minder lang mee.



afbeelding 1 Het lampje brandt op een spanning van 6,0 V.

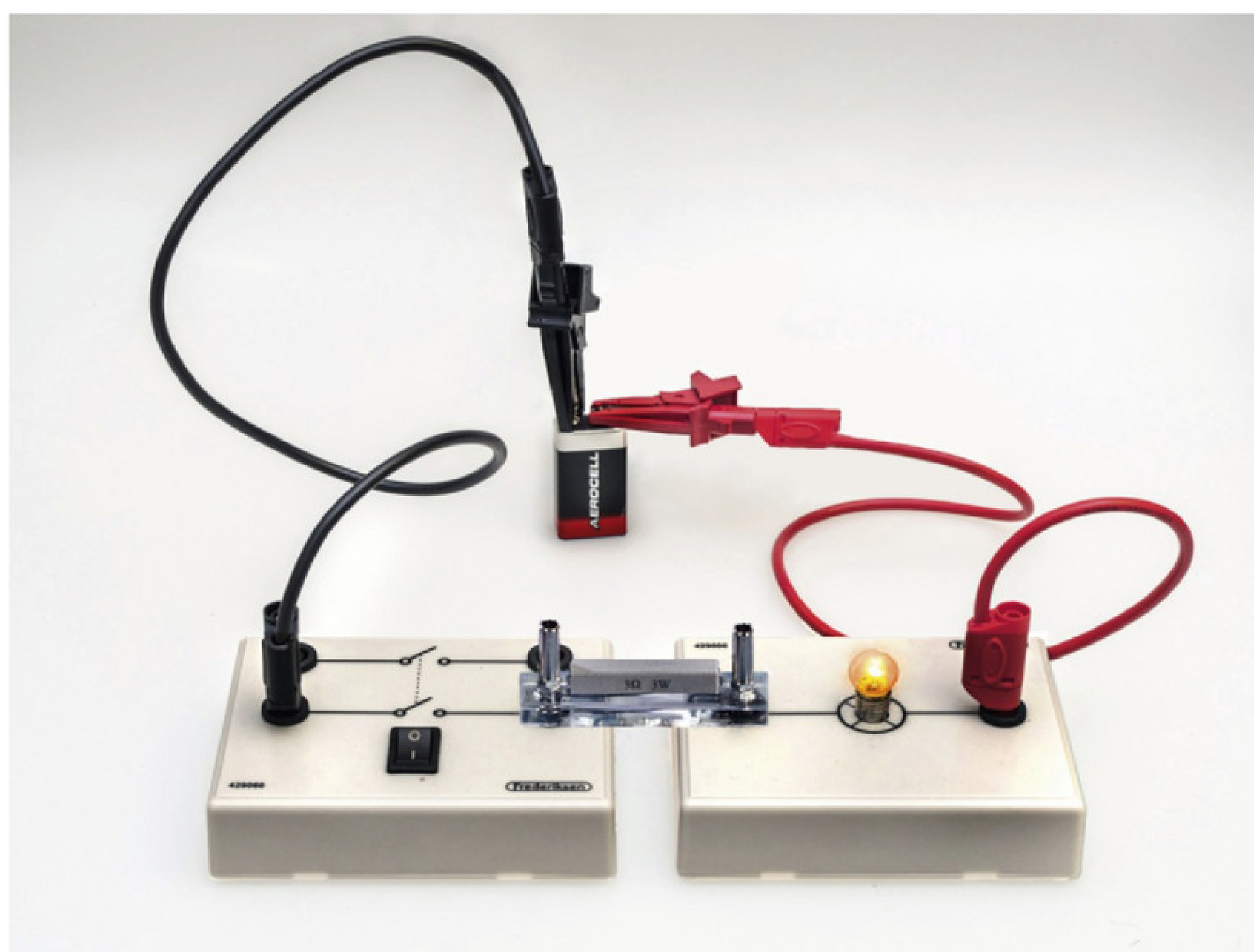
DE WEERSTAND GROTER MAKEN

PROEF 1

Je kunt het lampje van afbeelding 1 niet zomaar aansluiten op een batterij van 9 volt. De weerstand van het lampje is te klein voor deze spanning. Als je het lampje toch op 9 volt aansluit, wordt de stroomsterkte veel te groot: het lampje brandt dan door.

Misschien wil je toch een batterij van 9 volt gebruiken, bijvoorbeeld omdat je geen andere batterij hebt. Dat kan wel, maar dan moet je eerst de totale weerstand van de schakeling groter maken. Daarvoor heb je een schakelonderdeel nodig dat voor dit doel de juiste weerstand heeft. Zo'n onderdeel noem je (ook) een **weerstand**.

Als je een geschikte weerstand hebt gevonden, schakel je hem in serie met het lampje (afbeelding 2). Daardoor wordt de totale weerstand van de stroomkring groter. Zo kun je de stroomsterkte verkleinen tot een waarde waarbij het lampje niet doorbrandt.



afbeelding 2 Zo kun je een lampje van 6 V aansluiten op een batterij van 9 V.

DE WEERSTAND BEREKENEN

In afbeelding 3 zie je drie weerstanden van het soort dat je op scholen gebruikt. Op elke weerstand is vermeld hoe groot de weerstandswaarde is. De gebruikte eenheid is ohm, afgekort met de Griekse letter omega (Ω). Naast de weerstanden is het schakelsymbool van een weerstand getekend.

afbeelding 3 Drie practicumweerstanden (a) en het bijbehorende schakelsymbool (b).



Met de opstelling van afbeelding 4 kun je controleren of de vermelde weerstandswaarde klopt. Met de spanningsmeter die parallel is aangesloten meet je de spanning over de weerstand. Met de stroommeter die in serie is aangesloten meet je de stroomsterkte door de weerstand. Als je de spanning en de stroomsterkte hebt gemeten, kun je de weerstand berekenen met de formule:

$$\text{weerstand} = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}}$$

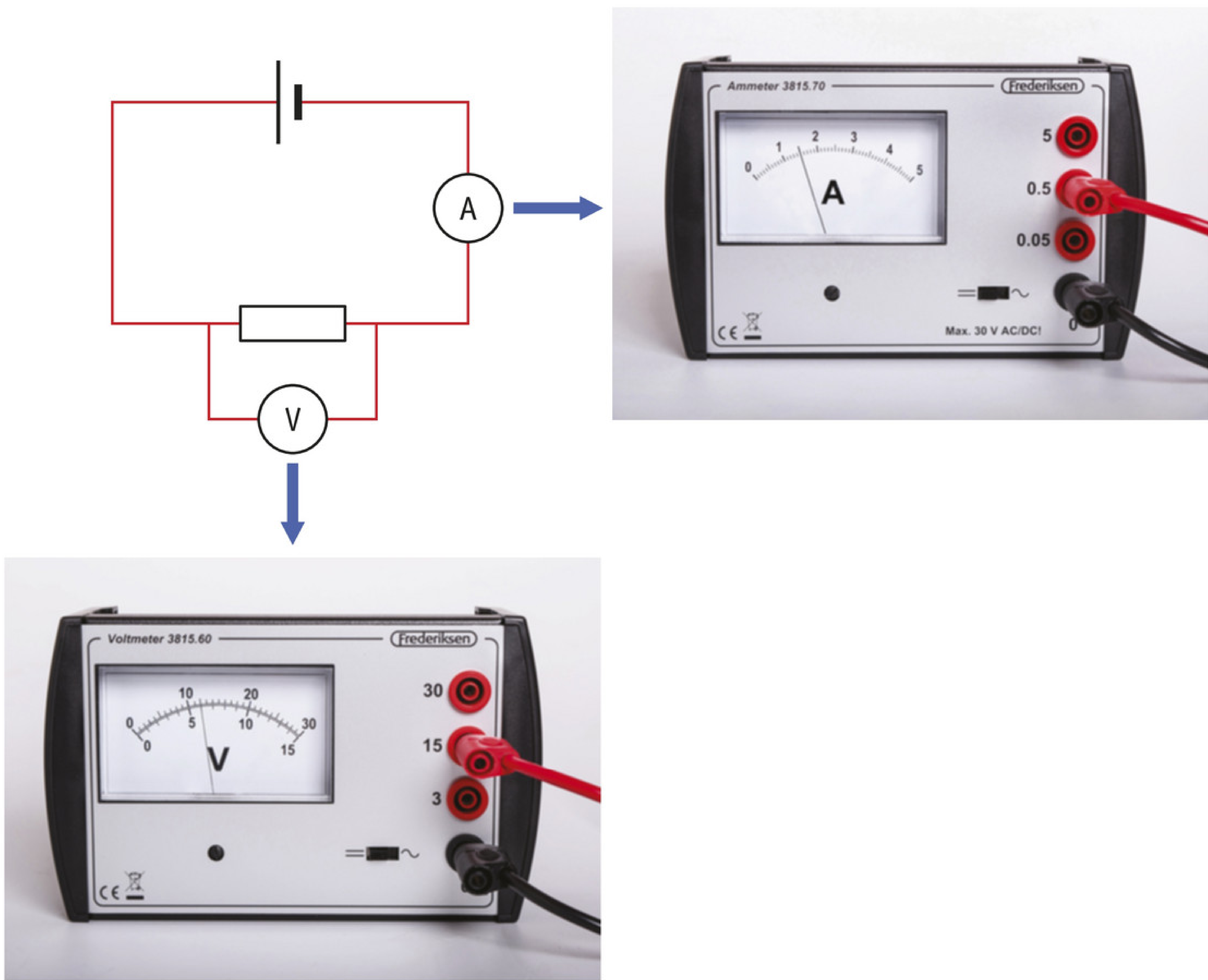
In symbolen schrijf je dit als:

$$R = \frac{U}{I}$$

In deze formule is:

- R de grootte van de weerstand in ohm (Ω);
- U de spanning over de weerstand in volt (V);
- I de stroomsterkte door de weerstand in ampère (A).

De *R* staat voor resistance, het Engelse woord voor weerstand.



afbeelding 4 Met deze schakeling kun je bepalen hoe groot de weerstand is.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Bereken de grootte van de weerstand in afbeelding 4.

gegevens U = 6,0 V
I = 0,15 A

gevraagd R = ?

uitwerking $R = \frac{U}{I} = \frac{6{,}0}{0{,}15} = 40\ \Omega$

DE WET VAN OHM

PROEF 2

Met de opstelling van afbeelding 4 kun je ook een serie metingen doen. Je verhoogt de spanning dan stap voor stap en meet elke keer hoe groot de stroomsterkte is. Zo kun je het verband bepalen tussen de spanning en de stroomsterkte. In tabel 1 zie je de meetresultaten van zo'n proef. Als weerstand is een dunne draad van constantaan gebruikt. Constantaan is een legering van koper, nikkel en mangaan.

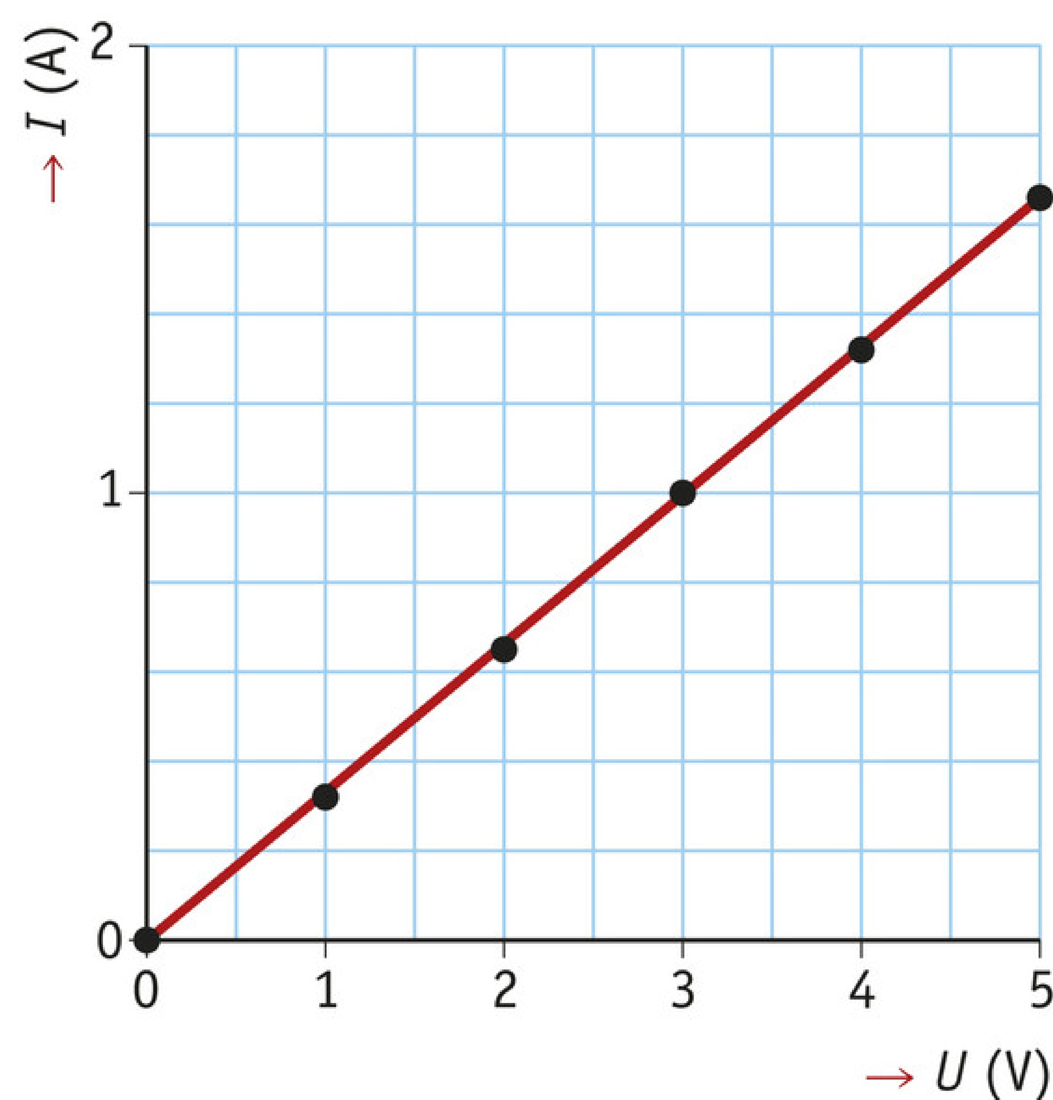
tabel 1 De meetresultaten van een proef met constantaandraad.

U (V)	*I* (A)
0,0	0,0
1,0	0,33
2,0	0,67
3,0	1,00
4,0	1,33
5,0	1,67

Ga zelf na dat je bij deze proef steeds dezelfde waarde voor *R* vindt als je *U* door *I* deelt. Met andere woorden:

De weerstand van het schakelonderdeel is steeds even groot.

Deze regel noem je de **wet van Ohm**. Uit de wet van Ohm volgt dat de spanning en de stroomsterkte evenredig zijn. Je kunt dat ook zien aan het **(*I*,*U*)-diagram** in afbeelding 5: de grafiek is een rechte lijn die begint in de oorsprong.



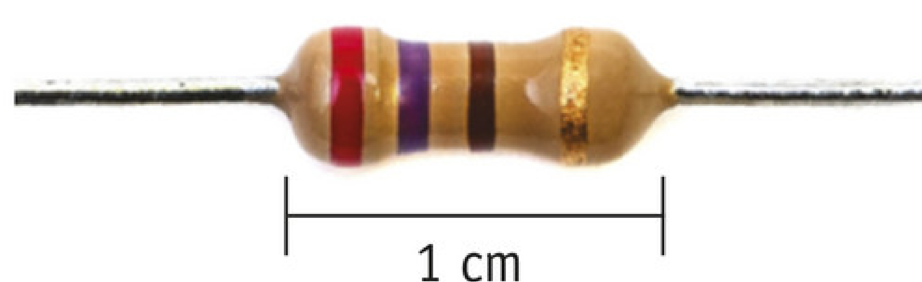
afbeelding 5 Het (*I*,*U*)-diagram van een proef met een constantaandraad.

De meeste metalen hebben alleen een constante weerstand als hun temperatuur niet verandert. Als hun temperatuur stijgt, wordt hun weerstand langzaam groter. Bij constantaan is dat niet zo. Bij deze legering is de invloed van de temperatuur op de weerstand te verwaarlozen.

ELEKTRONICAWEERSTANDEN

PROEF 3

In de elektronica worden kleine weerstandjes gebruikt (afbeelding 6). Je komt ze in allerlei schakelingen tegen. Deze weerstandjes worden gemaakt door een dun laagje koolstof op een glasstaafje aan te brengen. Hoe dunner het laagje koolstof is, des te groter is de weerstand.



afbeelding 6 Een elektronicaweerstand.

Op elk weerstandje zijn gekleurde ringen aangebracht. Aan die ringen kun je zien hoe groot de weerstand is. In *BINAS* tabel 13 *Kleurcodes van weerstanden* kun je de betekenis van de verschillende kleuren opzoeken.
Bij het aflezen moet ring T (de afwijkingsring of tolerantiering) zich aan de rechterkant van het weerstandje bevinden. Ring T is gemakkelijk te herkennen, omdat hij altijd afwijkt van de andere ringen. Zo kan de onderlinge afstand tussen ring T en de andere ringen iets groter of kleiner zijn, maar de ring kan ook iets breder zijn.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Bekijk het weerstandje in afbeelding 6.
Ga na hoe groot zijn weerstand is.

ring A is rood → 2
ring B is paars → 7
ring D is bruin → één nul
ring T is goud → ± 5%

De weerstand is dus 270 Ω met een maximale afwijking van 5%.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Je doet een proef met een lampje dat geschikt is voor 6 V.

a Het lampje brandt het best op *3 V / 6 V / 9 V*.

b Het lampje brandt door als de weerstand van het lampje te *klein / groot* is voor de spanning.

c Het lampje brandt door als je het aansluit op *3 V / 6 V / 9 V*.

2 Schakeling A heeft een lampje met een weerstand van 8 Ω. Schakeling B heeft een lampje met een weerstand van 8 Ω dat in serie is geschakeld met een weerstand van 10 Ω.

a In schakeling *A / B* is de totale weerstand het grootst.

b Door een weerstand in serie te schakelen met een lampje kun je de stroomsterkte .... tot een waarde waarbij het lampje niet doorbrandt.

3 Je berekent de weerstand van een lampje.
Welke formule gebruik je?

○ A $R = \frac{I}{U}$

○ B $R = \frac{U}{I}$

○ C $R = U \times I$

4 Spanning, stroomsterkte en weerstand zijn grootheden.
Noteer deze grootheden en hun eenheden met hun symbolen in tabel 2.

tabel 2 Grootheden en eenheden.

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning			
	I		
			Ω

5 In allerlei schakelingen kom je elektronicaweerstandjes tegen.

a Ze worden gemaakt door een dun laagje *glas* / *koolstof* op een glasstaafje aan te brengen.

b Hoe dunner het laagje op de weerstand, des te *groter* / *kleiner* is de weerstandswaarde.

6 Wat kun je zien aan de kleurcode op een elektronicaweerstandje?

- ○ A Hoelang je het weerstandje kunt gebruiken.
- ○ B Hoe groot de waarde van het weerstandje is.
- ○ C Hoe vaak je het weerstandje kunt gebruiken.

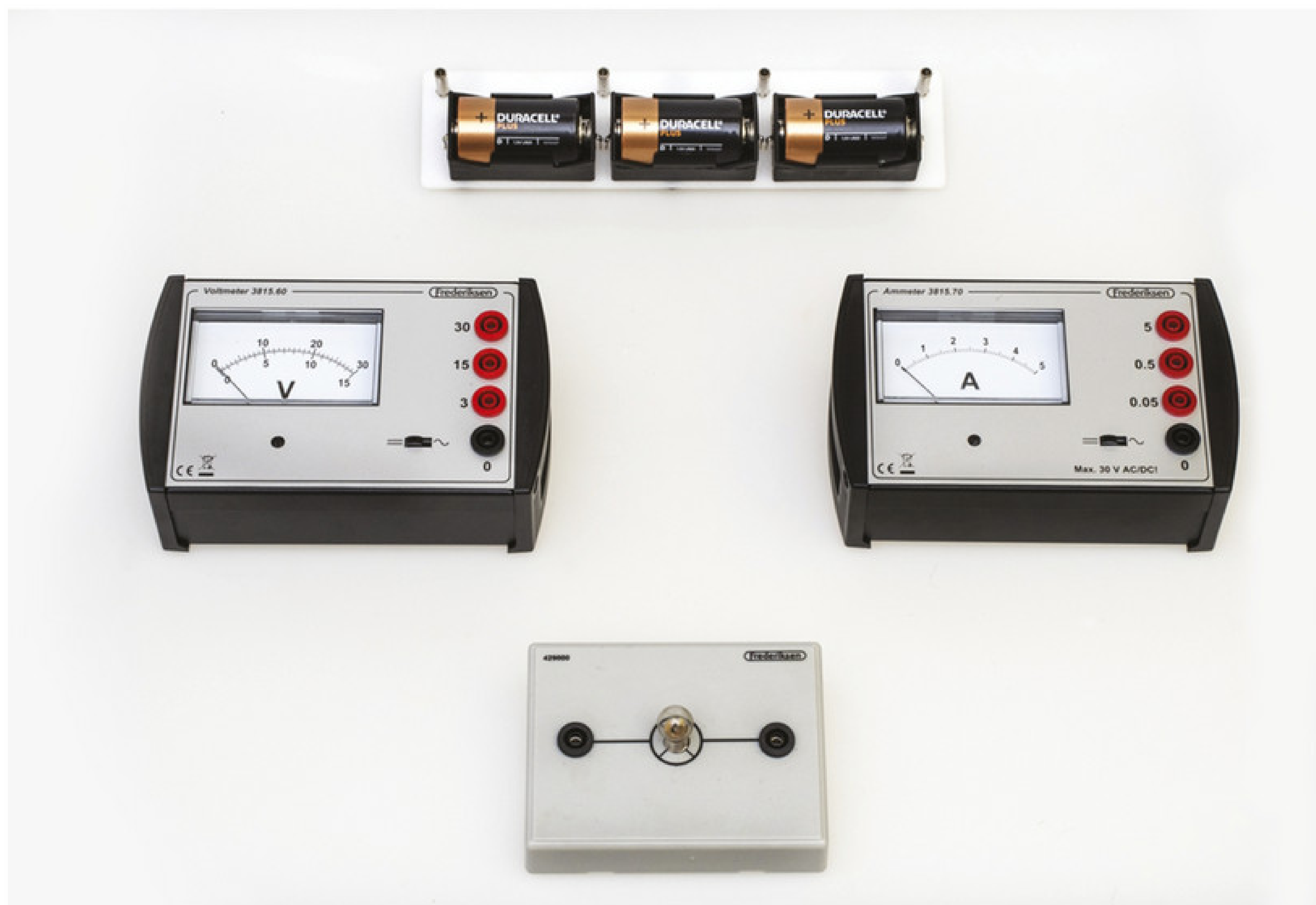
TOEPASSING

7  Jessica wil de weerstand van een lampje bepalen. In afbeelding 7a zie je de spullen die ze gaat gebruiken.

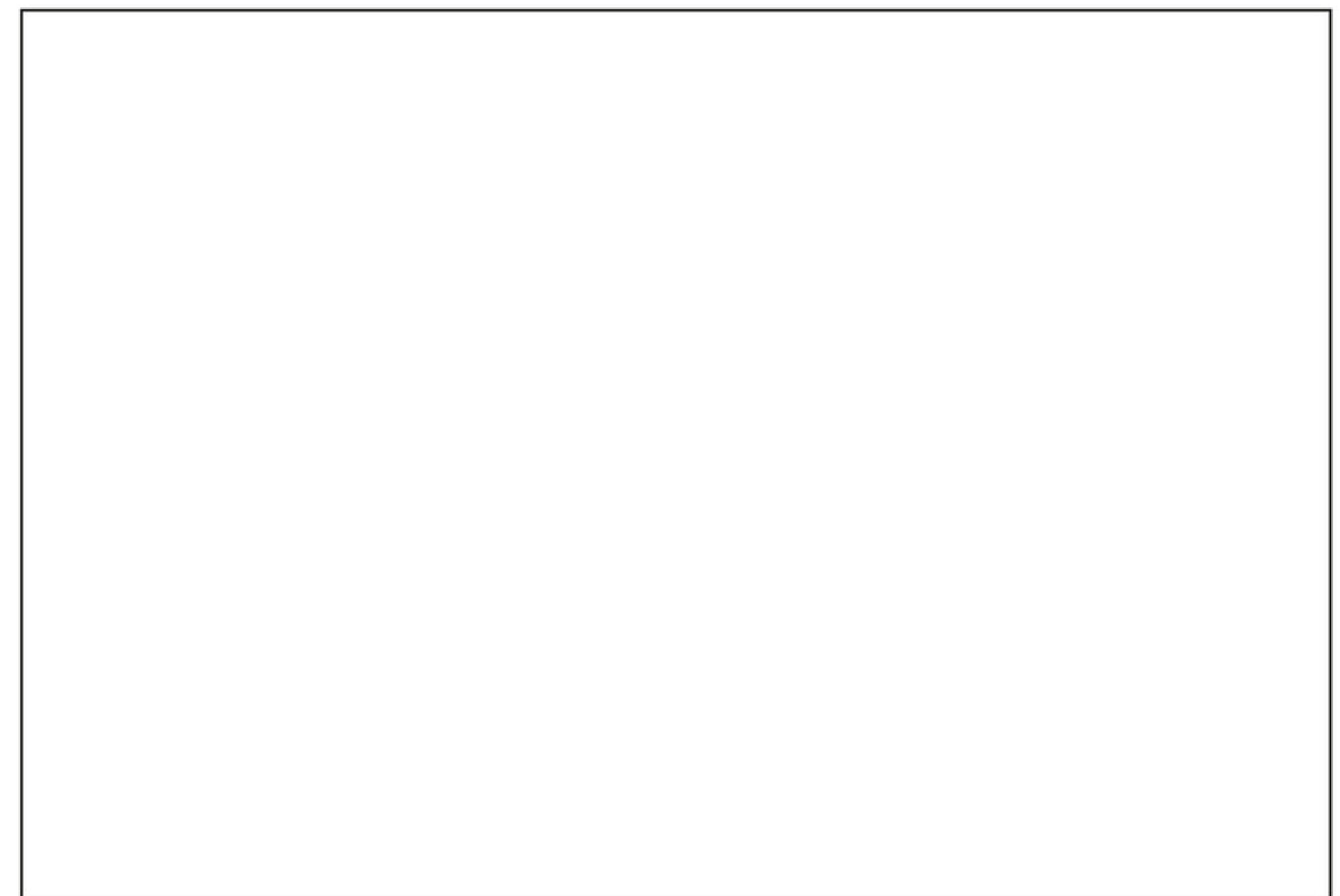
a Teken de ontbrekende snoeren in afbeelding 7a. Let op de + en − van de meters.

b Teken in afbeelding 7b het schakelschema van Jessica's meetopstelling.

afbeelding 7 De schakeling van Jessica.



a schakeling



b schakelschema

8  Zie de vaardigheid *Werken met meetinstrumenten.*
In afbeelding 8 zie je wat de stroommeter en spanningsmeter aangeven als Jessica de proef uitvoert.

a Op welk meetbereik staat de spanningsmeter ingesteld?

- ○ A op 0 tot 30 V
- ○ B op 0 tot 15 V
- ○ C op 0 tot 3 V

b De spanningsmeter geeft een spanning aan van *1,2* / *6,0* / *12,0* V.

c Op welk meetbereik staat de stroommeter ingesteld?

- ○ A op 0 tot 5 A
- ○ B op 0 tot 0,5 A
- ○ C op 0 tot 0,05 A

d De stroommeter geeft een stroomsterkte aan van *0,04* / *0,40* / *4* A.

e Bereken de weerstand van Jessica's lampje.

....

....

....

....

....

afbeelding 8 Dit geven de twee meters aan.



spanningsmeter



stroommeter

9  Zie de vaardigheid *Werken met voorvoegsels.*
Bert bouwt een schakeling met een weerstand. Hij meet een stroomsterkte van 20 mA bij een spanning van 9,0 V.

a Reken de stroomsterkte om naar A.

....

b Bereken de waarde van Berts weerstand.

....

....

....

....

....

c Bert sluit een nieuwe weerstand van 75 Ω aan op de spanningsbron van 9,0 V.
Bereken de stroomsterkte die nu door de weerstand loopt.

....

....

....

....

....

....

d Tijdens de proef maakt Bert de weerstand groter.
Als de weerstand zes keer zo groot wordt (en de spanning blijft gelijk), dan wordt de stroomsterkte zes keer zo *groot* / *klein*.

10 Aya wil controleren of een metalen draad zich gedraagt volgens de wet van Ohm. Ze doet drie metingen. Bij elke meting meet ze de spanning (over de draad) en de stroomsterkte (door de draad). In tabel 3 zie je de meetresultaten.

a Bereken de weerstand met de gegevens van meting 1.

....

....

....

....

b Bereken de weerstand met de gegevens van meting 2.

....

....

....

....

c Bereken de weerstand met de gegevens van meting 3.

....

....

....

....

d Is de wet van Ohm van toepassing op deze draad? Leg je antwoord uit.

....

tabel 3 De meetgegevens van Aya.

meting	spanning (V)	stroomsterkte (A)
1	1,5	0,3
2	3,0	0,6
3	4,5	0,9

11  Zie de vaardigheid *Werken met elektronicaweerstanden*.
Narek heeft vier weerstanden. Deze zie je in afbeelding 9.

a Zoek op in *BINAS* tabel 13 *Kleurcodes van weerstanden* welke cijfers bij de ringen horen.

Ring A is .... Hierbij hoort het cijfer ....

Ring B is .... Hierbij hoort het cijfer ....

Ring D is .... Hierbij hoort het cijfer .... Dat betekent

dat er .... nul wordt genoteerd.

Ring T is zilver. Dat betekent ....

b Volgens de eerste drie ringen is de waarde van de weerstand .... Ω.

De maximale afwijking van deze weerstand is ....%.

c Hoe groot is weerstand 2, met de code bruin-geel-rood-goud?

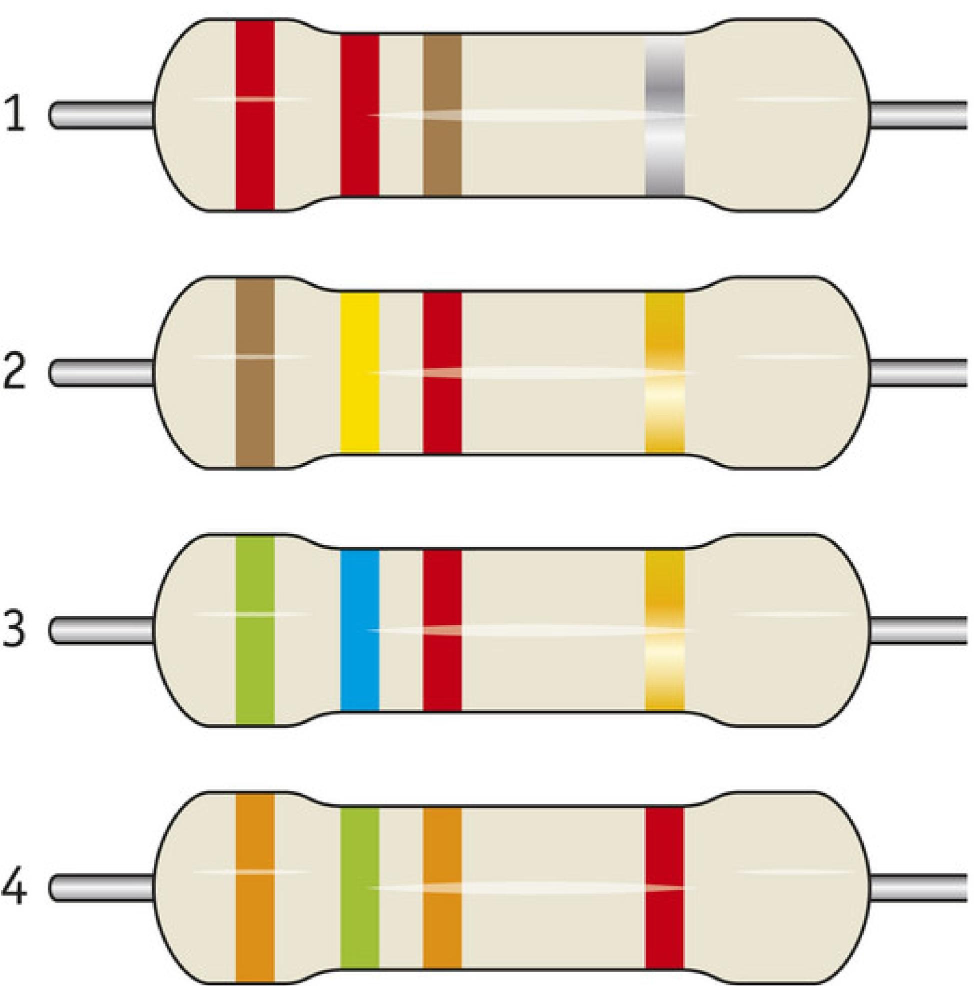
.... ± ....

d Hoe groot is weerstand 3, met de code groen-blauw-rood-goud?

.... ± ....

e Hoe groot is weerstand 4, met de code oranje-groen-oranje-rood?

.... ± .... = ... ± ....



afbeelding 9 De weerstanden van Narek.

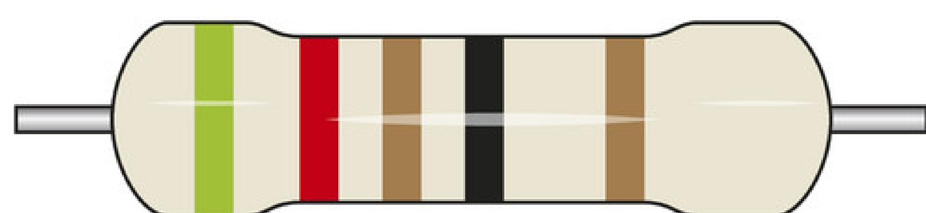
12 In afbeelding 10 zie je een weerstand met vijf ringen: groen-rood-bruin-zwart-bruin.

a Volgens de eerste vier ringen is de weerstand .... Ω.

b Bekijk de kleur van de vijfde ring.
Wat is de maximale afwijking bij deze weerstand?

- ○ A 1%
- ○ B 5%
- ○ C 10%

c De weerstand mag maximaal *5* / *10* / *15* Ω verschillen van de aangegeven waarde.



afbeelding 10 Een weerstand met vijf ringen.

13 Peter sluit een weerstand aan op een batterij van 9,0 V. Hij meet een stroomsterkte door het weerstandje van 0,018 A.

a Bereken de waarde van Peters weerstand.

....

....

....

....

....

b Peter bekijkt de kleurcode op de weerstand: groen-oranje-bruin-zilver.

Volgens de eerste drie ringen is de weerstand .... Ω.

c De vierde ring heeft de kleur zilver.

De vijfde ring geeft aan dat de weerstand maximaal ....% mag afwijken.

d Leg uit of de weerstandswaarde die Peter heeft gemeten klopt met de kleurcode die erop staat.

....

....

....

....

★ 14 In afbeelding 11 is het (I,U)-diagram van een gloeilampje getekend.

a Waaraan zie je dat de weerstand van het lampje niet steeds even groot is?

....

....

b Lees in afbeelding 11 af hoe groot de stroomsterkte is:
- bij een spanning van 2 V;
- bij een spanning van 4 V;
- bij een spanning van 6 V.

Noteer de uitkomsten op de juiste plaats in tabel 4.

c Bereken met de gegevens in tabel 4 hoe groot de weerstand van het lampje is:
- bij een spanning van 2 V;
- bij een spanning van 4 V;
- bij een spanning van 6 V.

Noteer de uitkomsten op de juiste plaats in tabel 4.

d De weerstand wordt *groter* / *kleiner* als de stroomsterkte toeneemt.

e Leg uit waardoor dat gebeurt.

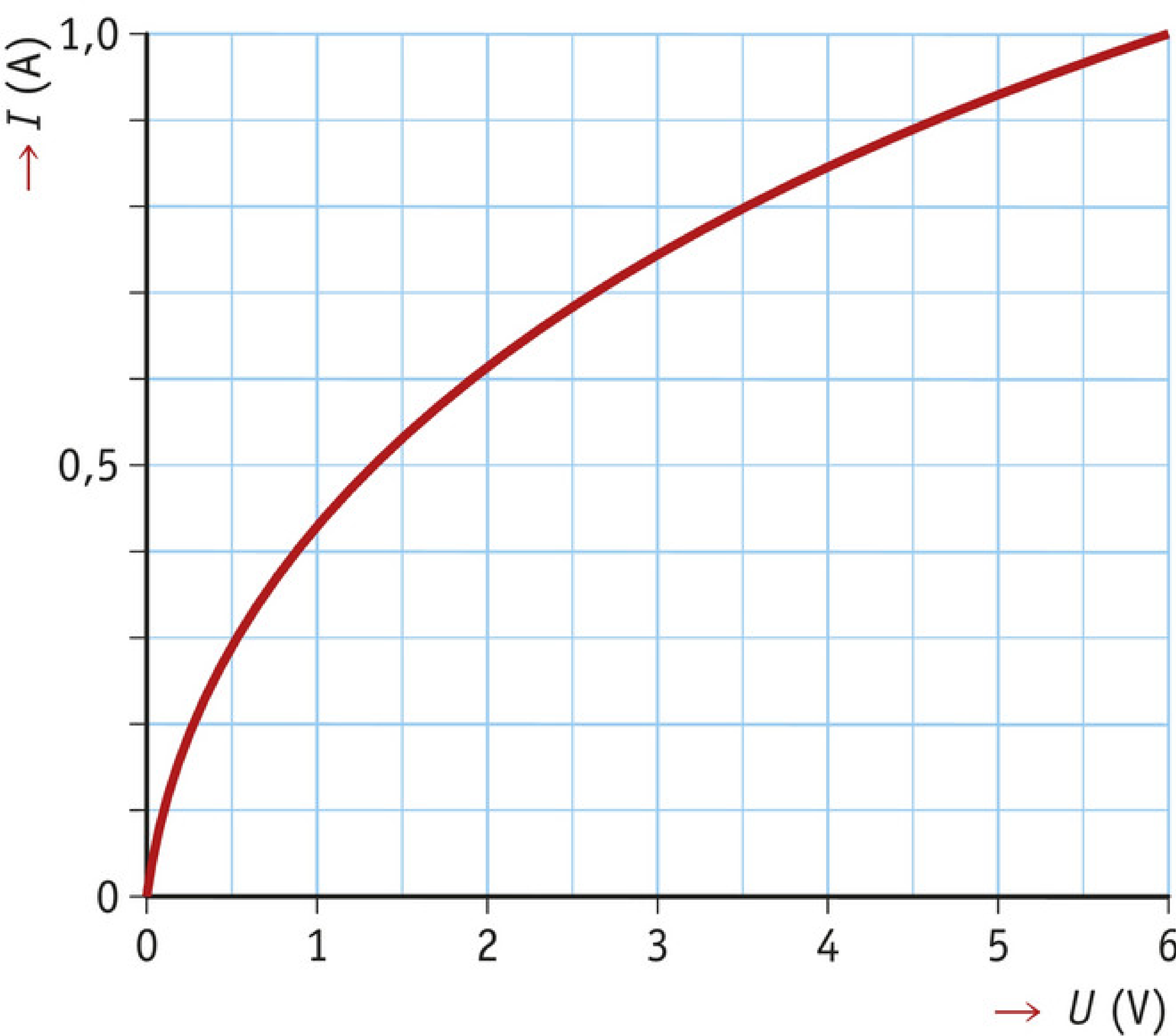
....

....

....

tabel 4 De meetgegevens van een gloeilampje.

spanning (V)	stroomsterkte (A)	weerstand (Ω)
2,0		
4,0		
6,0		



afbeelding 11 Het (I,U)-diagram van een gloeilampje.

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 LDR en NTC

LEERDOELEN

9.2.1 Je kunt de drie delen beschrijven waaruit een eenvoudige automatische schakeling bestaat.
9.2.2 Je kunt uitleggen wanneer de weerstand van een LDR toeneemt en wanneer hij afneemt.
9.2.3 Je kunt een schakeling tekenen waarin de hoeveelheid licht met een LDR wordt gemeten.
9.2.4 Je kunt uitleggen wanneer de weerstand van een NTC toeneemt en wanneer hij afneemt.
9.2.5 Je kunt een schakeling tekenen waarin een NTC als temperatuursensor wordt gebruikt.
9.2.6 Je kunt de vervangingsweerstand van een serieschakeling berekenen.
9.2.7 Je kunt beschrijven hoe je de weerstandswaarde van een schuifweerstand kunt instellen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN									
	9.2.1	9.2.2	9.2.3	9.2.4	9.2.5	9.2.6	9.2.7	9.1.4*	9.1.6*	1* (voorkennis)
Onthouden		2abc	4	1ac	1d	3				
Begrijpen	5ab			1b, 7b			6a		12a	10b
Toepassen		9ab		7ac	8a	11a, 12bc		10ac, 11b		
Analyseren		10d				8bc	6b			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Als het ’s avonds donker wordt om je heen, geeft het scherm van je mobiele telefoon meer licht. Hoe kan je telefoon nagaan dat het donkerder wordt?

AUTOMATISCHE SCHAKELINGEN

Veel mensen hebben een buitenlamp die vanzelf aan- en uitgaat. Zo’n lamp wordt bediend door een **automatische schakeling**. Dat is een schakeling die zelfstandig een bepaalde taak voor je uitvoert: het licht aandoen, koffiezetten, de was doen, de verwarming aan- en uitzetten, enzovoort.

Een eenvoudige automatische schakeling bestaat uit drie delen: een sensor, een schakelaar en een actuator.

- De **sensor** produceert een elektrisch signaal dat informatie over de omgeving geeft.
- De **schakelaar** schakelt iets in of uit als de sensor daar het signaal voor geeft.
- De **actuator** doet iets wat nuttig of prettig is voor de gebruiker van de schakeling.

In sommige buitenlampen zit een sensor die reageert op de hoeveelheid licht. Als het donker wordt, verandert het signaal van de sensor. Een schakelaar in de lamp schakelt dan de lamp in.

Er zijn ook buitenlampen die aangaan als er iemand aankomt (afbeelding 1). In zo'n lamp wordt een infrarooddetector als sensor gebruikt. Deze sensor reageert op de warmtestraling die mensen en dieren uitzenden.

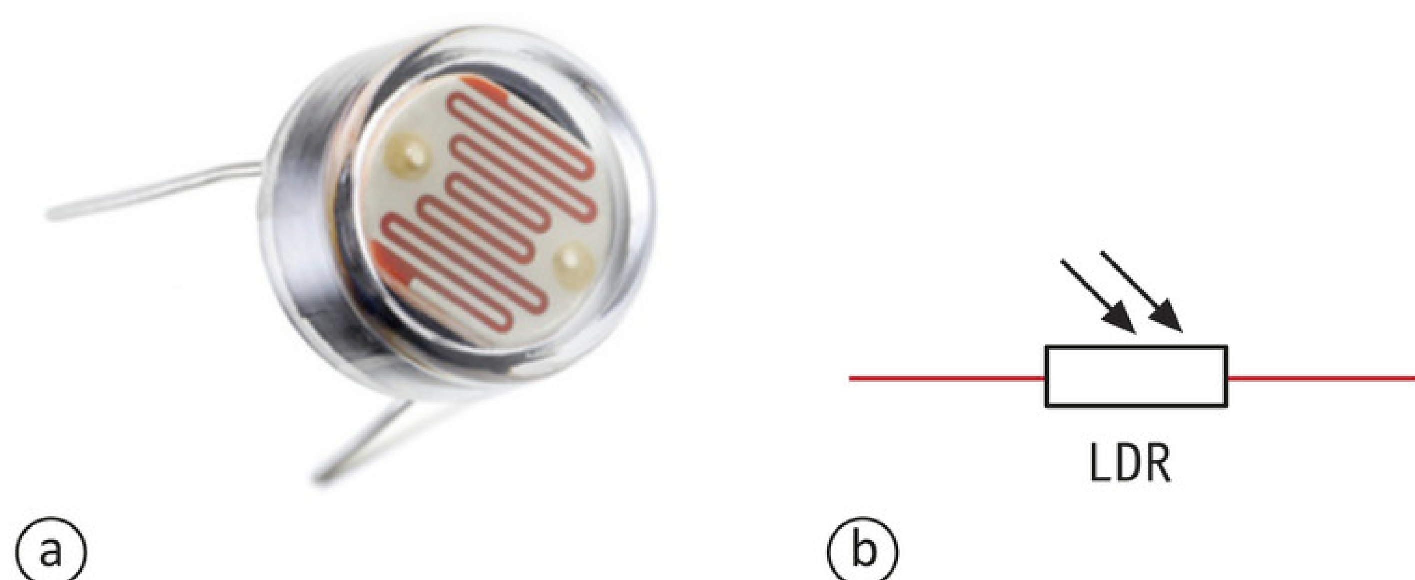


afbeelding 1 Buitenlamp met infrarooddetector als bewegingssensor.

EEN LICHTSENSOR: DE LDR

Een **LDR** is een veelgebruikte lichtsensor (afbeelding 2). De letters LDR staan voor *Light Dependent Resistor* = lichtgevoelige weerstand. Zoals de naam al aangeeft, hangt de weerstand van een LDR af van de hoeveelheid licht die erop valt. In het donker is de weerstand van een LDR erg groot (tot wel 10 000 000 Ω). Als er fel licht op de LDR valt, is zijn weerstand vrij klein (zo'n 100 Ω).

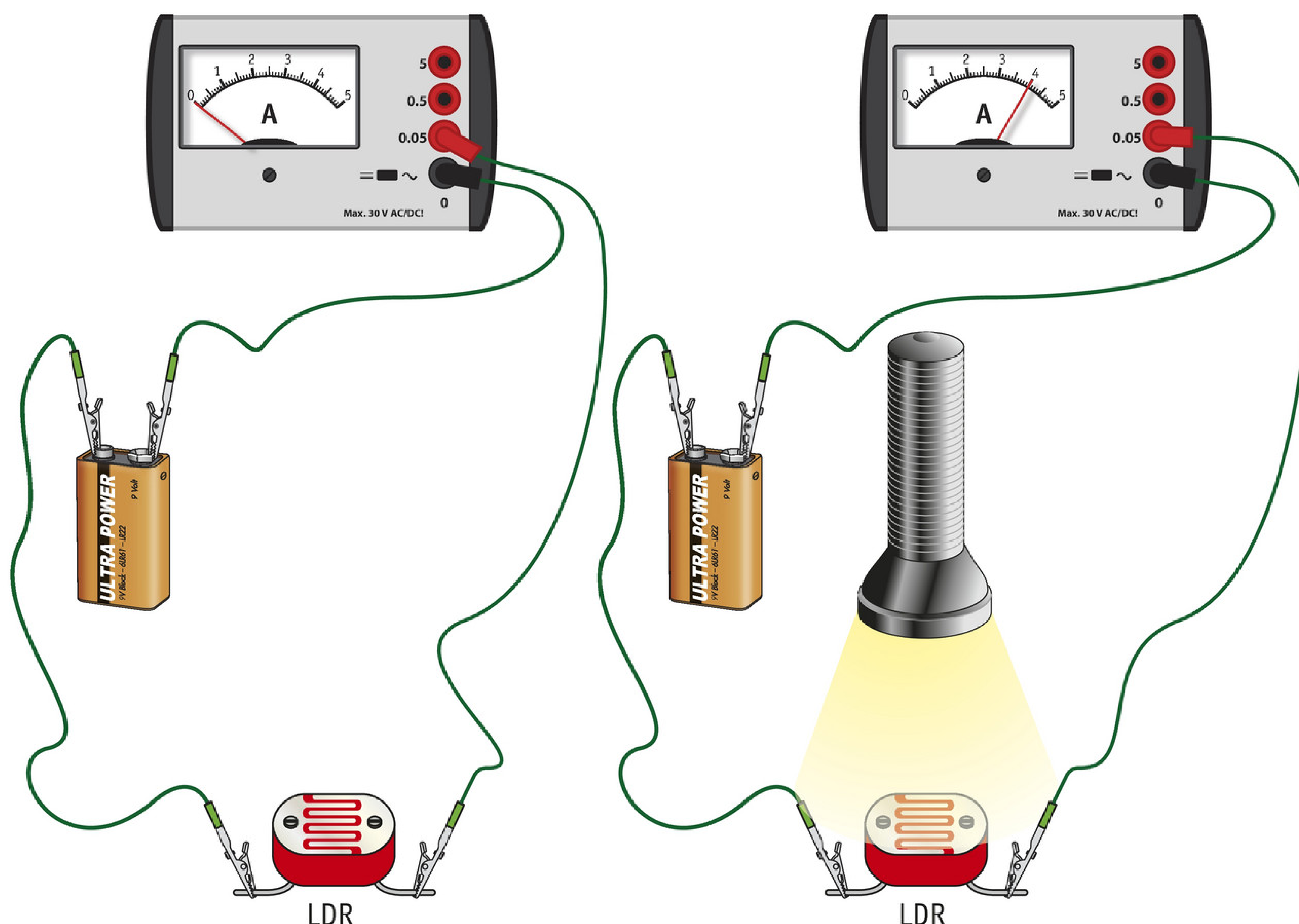
afbeelding 2 Een LDR: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



Je kunt een LDR gebruiken als sensor in een lichtsterktemeter. In afbeelding 3 is hiervoor een schakeling getekend. Hoe meer licht er op de LDR valt:

- des te kleiner is zijn weerstand, en
- des te groter is de stroomsterkte die de stroommeter aangeeft.

De stroomsterkte is een elektrisch signaal dat informatie geeft over de lichtsterkte. Je kunt dit signaal met een stroommeter meten, zodat je weet hoeveel licht er is. Je kunt het signaal ook gebruiken in een automatische schakeling die een lamp aan- en uitzet. Zie daarover paragraaf 4 van dit hoofdstuk.



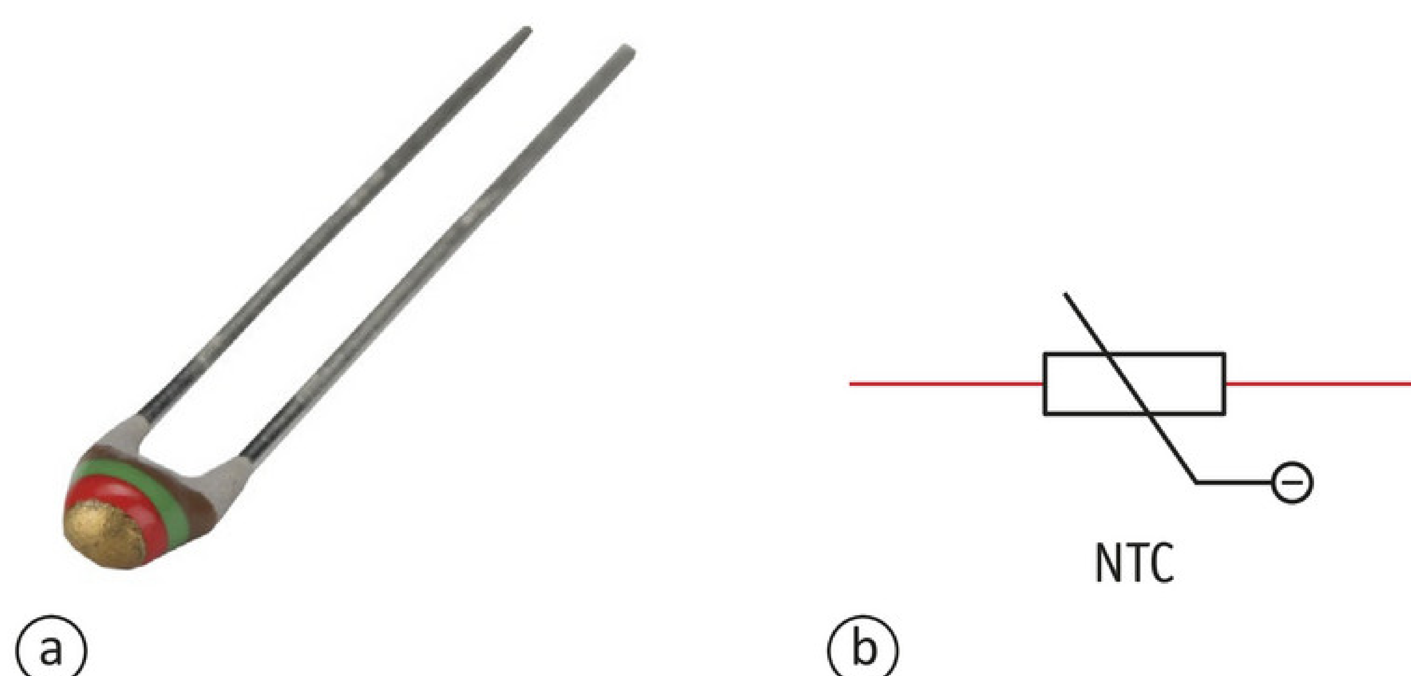
afbeelding 3 Deze schakeling kun je als lichtmeter gebruiken.

EEN TEMPERATUURSENSOR: DE NTC

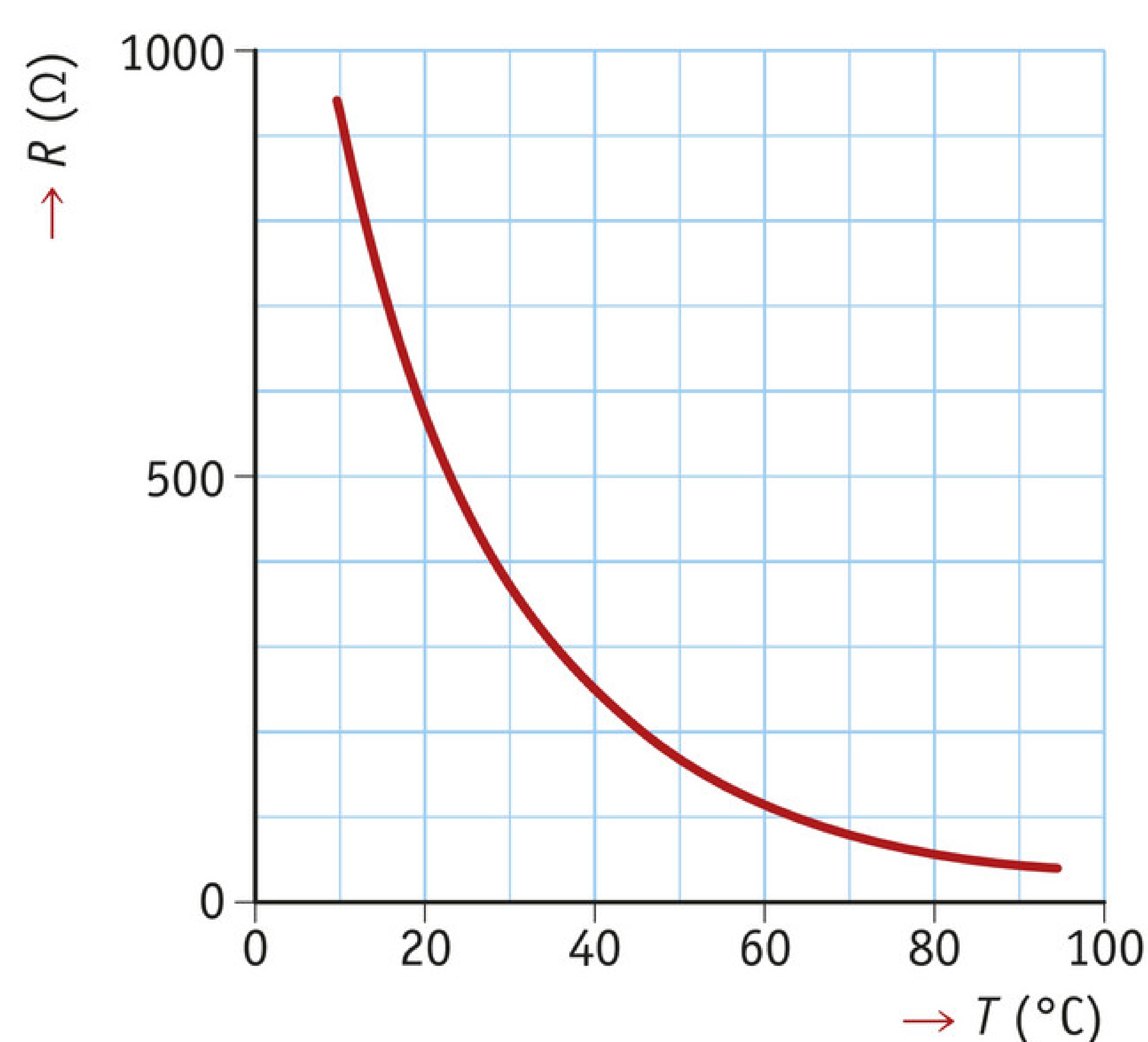
PROEF 4

Een **NTC** is een veelgebruikte temperatuursensor (afbeelding 4). De weerstand van een NTC wordt kleiner als zijn temperatuur stijgt. Vandaar de aanduiding *Negatieve Temperatuur Coëfficiënt*, afgekort NTC. In afbeelding 5 zie je hoe de weerstand afneemt bij een stijgende temperatuur.

afbeelding 4 Een NTC: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



NTC-weerstanden zijn er in allerlei waarden. Het is de gewoonte om op te geven hoe groot de weerstand van een NTC is bij 25 °C. Ga zelf na hoe groot die weerstand is bij de NTC van afbeelding 5.

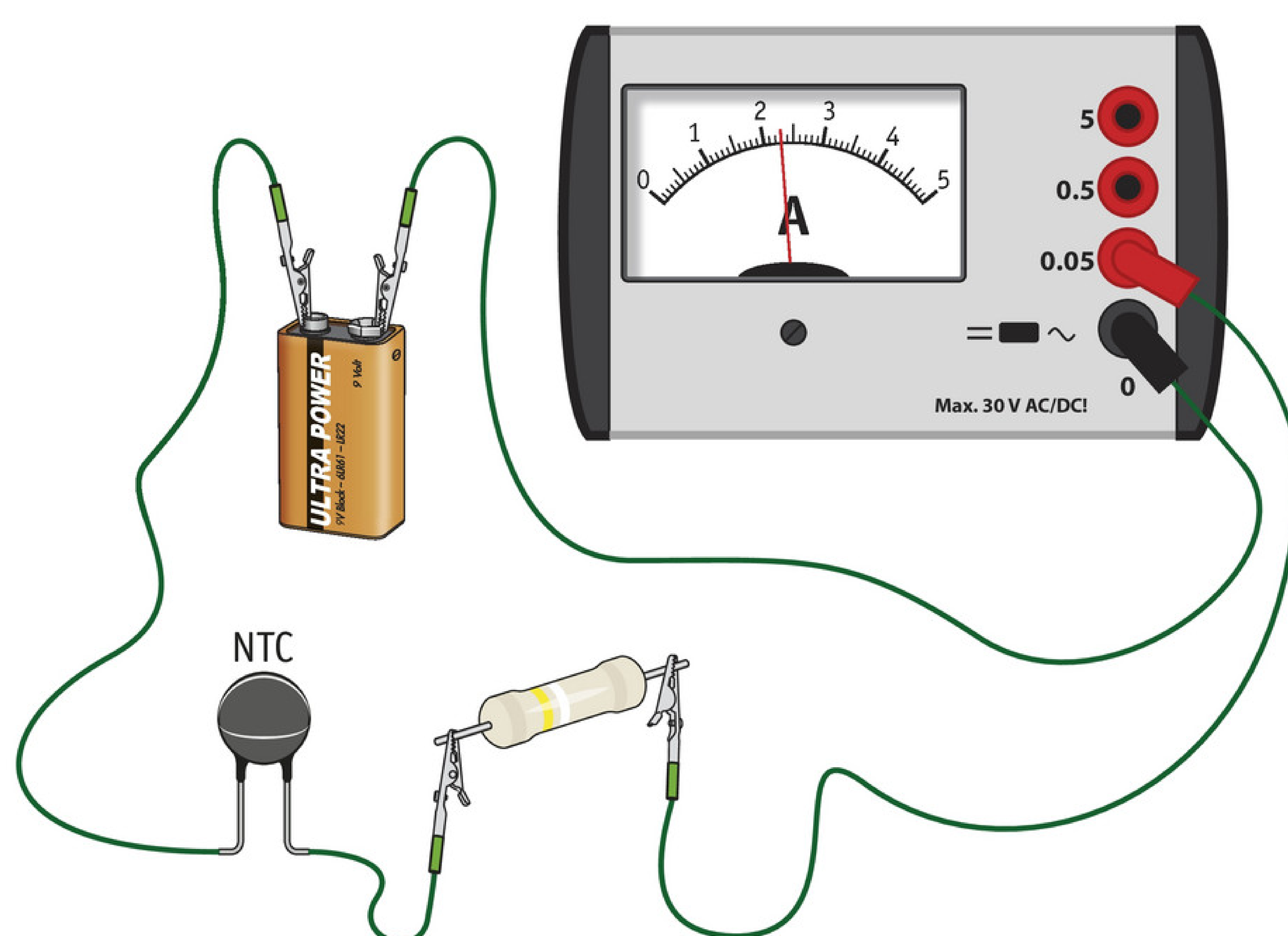


afbeelding 5 Hoe hoger de temperatuur, des te lager is de weerstand.

Je kunt een NTC gebruiken als sensor in een elektronische thermometer, bijvoorbeeld voor een automatisch weerstation. In afbeelding 6 is hiervoor een schakeling getekend. De NTC zet je op de plaats waar je de temperatuur wilt meten. Hoe hoger de temperatuur:

- des te kleiner is de weerstand van de NTC, en
- des te groter is de stroomsterkte die de stroommeter aangeeft.

De stroomsterkte is een elektrisch signaal dat informatie geeft over de temperatuur. Je kunt de schaalverdeling op de stroommeter daarom vervangen door een schaalverdeling in graden Celsius. Je moet de meter daarvoor **ijken** met een gewone thermometer.



afbeelding 6 Deze schakeling kun je als thermometer gebruiken.

DE STROOM BEGRENZEN

Zoals je ziet is in de schakeling van afbeelding 6 ook een gewone weerstand opgenomen. Dat is gedaan omdat een NTC gemakkelijk te heet kan worden. Als er stroom door een NTC loopt, wordt de NTC warmer. Daardoor vermindert zijn weerstand, zodat de stroomsterkte nog groter wordt, enzovoort. Dat gaat door totdat de NTC doorbrandt.

Om dit te voorkomen, wordt een gewone weerstand in serie geschakeld met de NTC. De gewone weerstand werkt als een stroombegrenzer. Hij zorgt ervoor dat de totale weerstand groot genoeg blijft. Daardoor blijft de stroomsterkte binnen veilige grenzen.

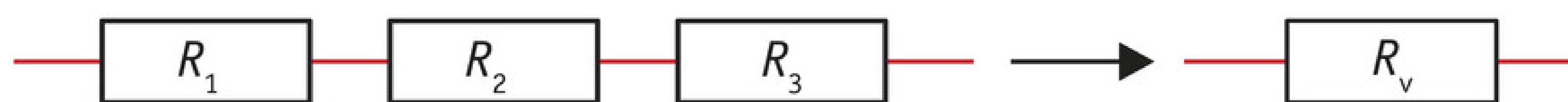
Je kunt de totale weerstand berekenen door de afzonderlijke weerstanden bij elkaar op te tellen (afbeelding 7). In formulevorm ziet dat er zo uit:

totale weerstand = weerstand 1 + weerstand 2 + ...

En in symbolen:

$R_v = R_1 + R_2 + ...$

Als je één weerstand van 100 Ω en één van 200 Ω in serie zet, hebben ze samen een weerstand van 300 Ω. Je kunt R_1 en R_2 dus vervangen door één weerstand van 300 Ω. Voor de rest van de schakeling maakt dat niets uit. Je zegt daarom dat R_1 en R_2 een **vervangingsweerstand** R_v van 300 Ω hebben.



afbeelding 7 Weerstanden in serie tel je bij elkaar op.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Ingrid heeft een doosje met een heleboel weerstandjes van 100 Ω, 200 Ω en 500 Ω. Voor een proef heeft ze een weerstand van 900 Ω nodig.
Hoe kan ze zo'n weerstand maken met zo weinig mogelijk weerstandjes uit het doosje?

gegevens $R_1 = 500\ \Omega$
$R_2 = 200\ \Omega$
$R_3 = 200\ \Omega$

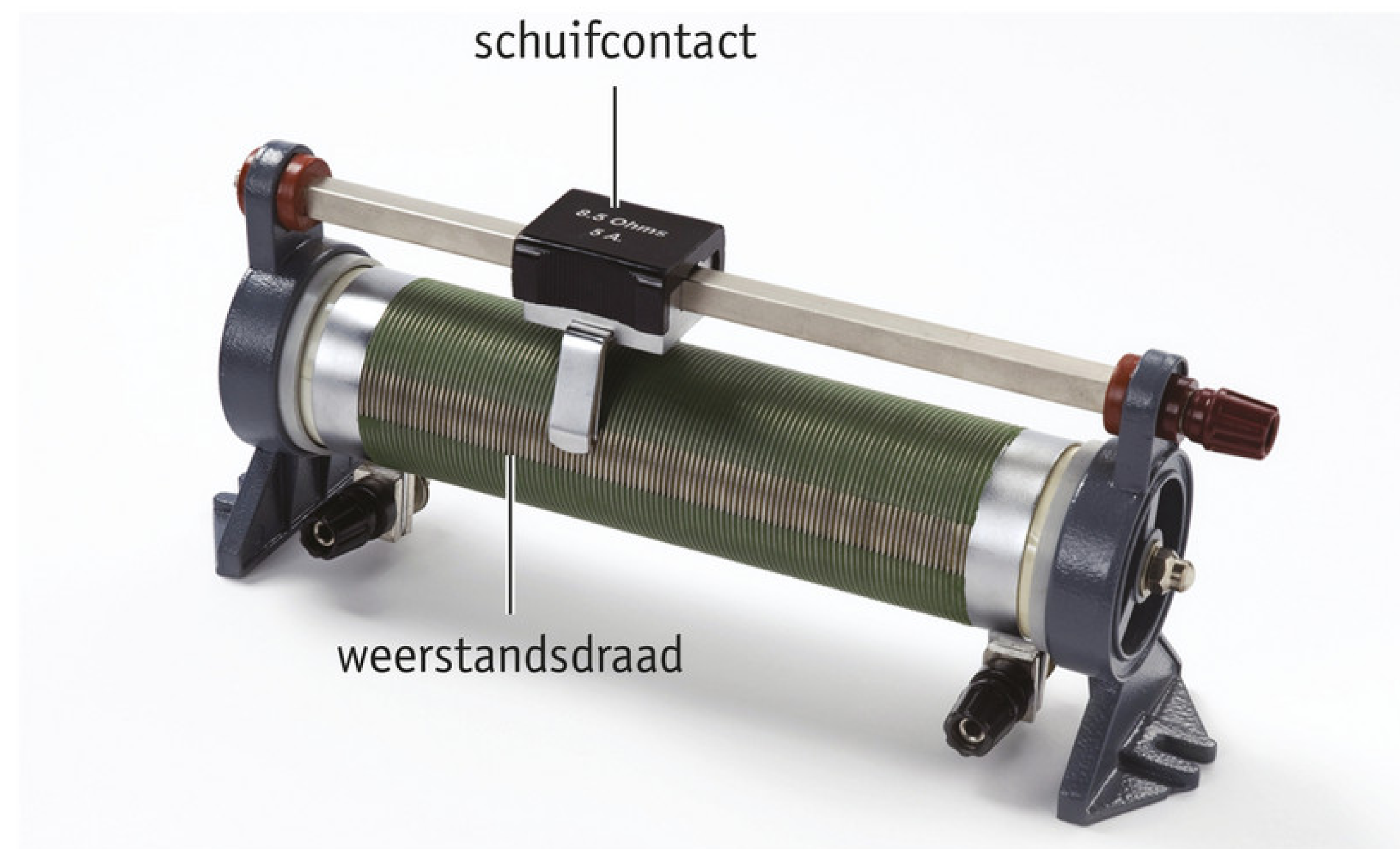
gevraagd $R_v = ?$

uitwerking $R_v = R_1 + R_2 + R_3$
$R_v = 500 + 200 + 200 = 900\ \Omega$

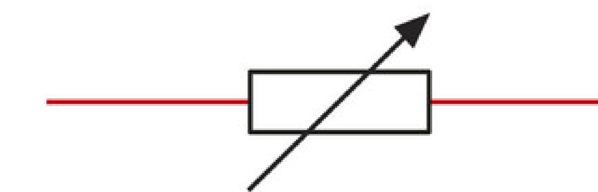
Ingrid moet dus drie weerstandjes in serie schakelen: één van 500 Ω en twee van 200 Ω. De vervangingsweerstand is dan 900 Ω.

Er bestaan ook variabele (regelbare) weerstanden waarvan je de grootte zelf kunt instellen, zoals de **schuifweerstand** in afbeelding 8. In die weerstand zit een spiraal van weerstandsdraad, waarover je een beweegbaar contact heen en weer kunt schuiven. Zo kun je een langer of korter deel van de weerstandsdraad inschakelen. Hoe langer het ingeschakelde deel, des te groter is de weerstand.

afbeelding 8 Een schuifweerstand: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



(a)



(b)

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Een bijzondere weerstand is de NTC.

a Waar staat de afkorting NTC voor?

....

b Je gebruikt een NTC in een schakeling.
Als de temperatuur van een NTC daalt, dan neemt zijn weerstand *af* / *toe.*

c Je kunt de NTC in schakelingen gebruiken als een *lichtsensor* / *temperatuursensor.*

d Er loopt een stroom door een NTC. Daardoor wordt de NTC warmer. De weerstand van de NTC neemt dan *af* / *toe* en de stroom door de NTC neemt dan *af* / *toe*. Je kunt een extra *NTC* / *weerstand* aansluiten als een stroombegrenzer. Hierdoor zal de NTC niet snel doorbranden.

2 Een andere bijzondere weerstand is de LDR.

a Waar staat de afkorting LDR voor?

....

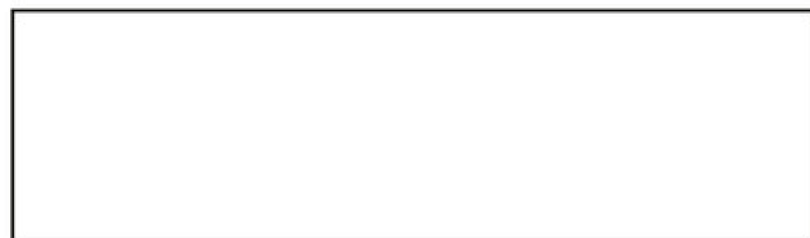
b Je gebruikt een LDR in een schakeling.
Als er licht op een LDR valt, neemt zijn weerstand *af* / *toe.*

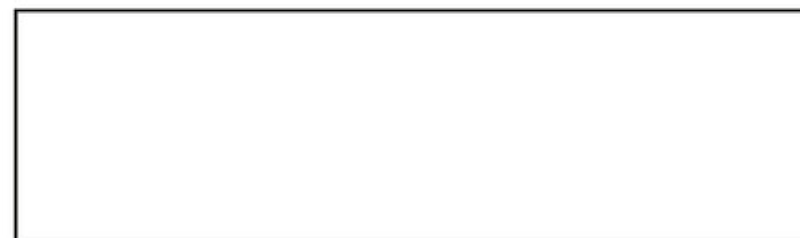
c Je kunt een LDR in een schakeling gebruiken als een *lichtsensor* / *temperatuursensor*.

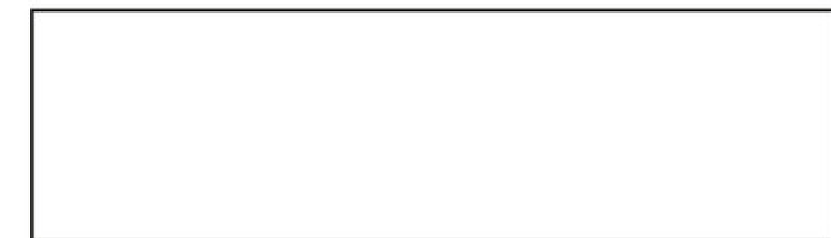
3 Je schakelt drie weerstanden in serie.
Schrijf de formule op waarmee je de vervangingsweerstand van de drie weerstanden berekent.

....

4  Teken het symbool van een LDR, een NTC en een schuifweerstand.


LDR


NTC


schuifweerstand

TOEPASSING

5 Je staat voor een schuifdeur. Een automatische schakeling zorgt ervoor dat de schuifdeur open- en dichtgaat.

a Wat is de functie van de sensor in deze schakeling?

....

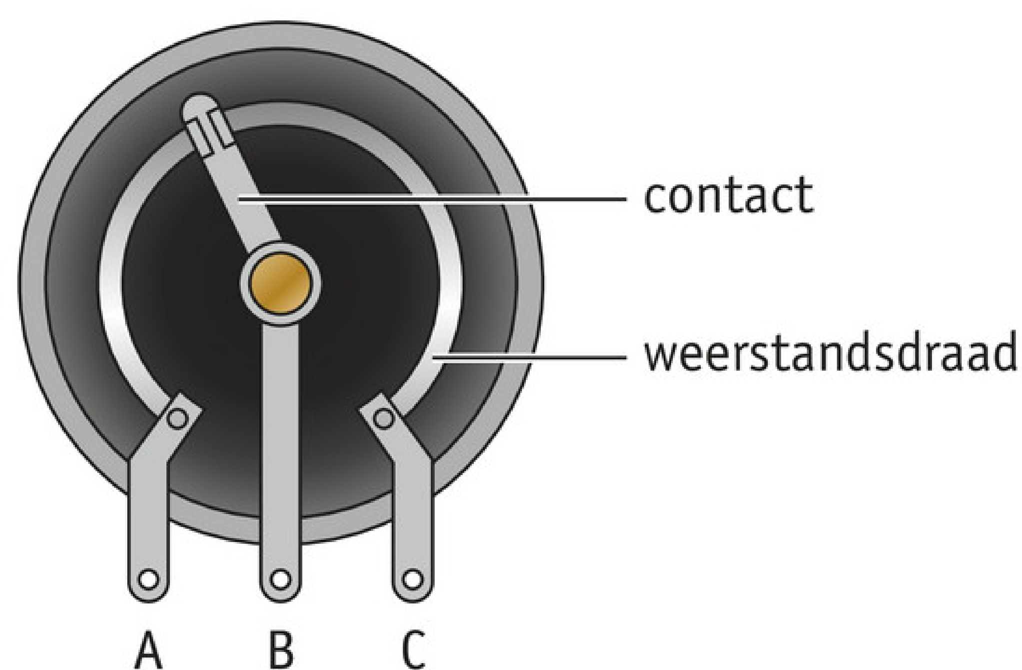
....

b De *actuator* / *schakelaar* in de schakeling laat de deur open- en dichtgaan.

6 Karel heeft een schuifweerstand (afbeelding 9). Hij kan het contact over de weerstandsdraad bewegen. Hij sluit de weerstand aan in een schakeling.

a Wat gebeurt er als Karel het contact verplaatst?
- ○ A Dan verandert de weerstand niet.
- ○ B Dan verandert de weerstand wel.

b Karel sluit de schuifweerstand aan op de punten A en B. Punt A is verbonden met de weerstandsdraad, punt B met het contact. Karel wil de weerstand groter maken. Karel moet de weerstandsdraad *korter* / *langer* maken door het contact naar *links* / *rechts* te draaien.



afbeelding 9 De schuifweerstand van Karel.

7  Fiona heeft een NTC-thermometer geijkt met behulp van een gewone thermometer. In tabel 1 zie je haar meetresultaten.

a Teken in afbeelding 10 het verband tussen de temperatuur en de stroomsterkte.

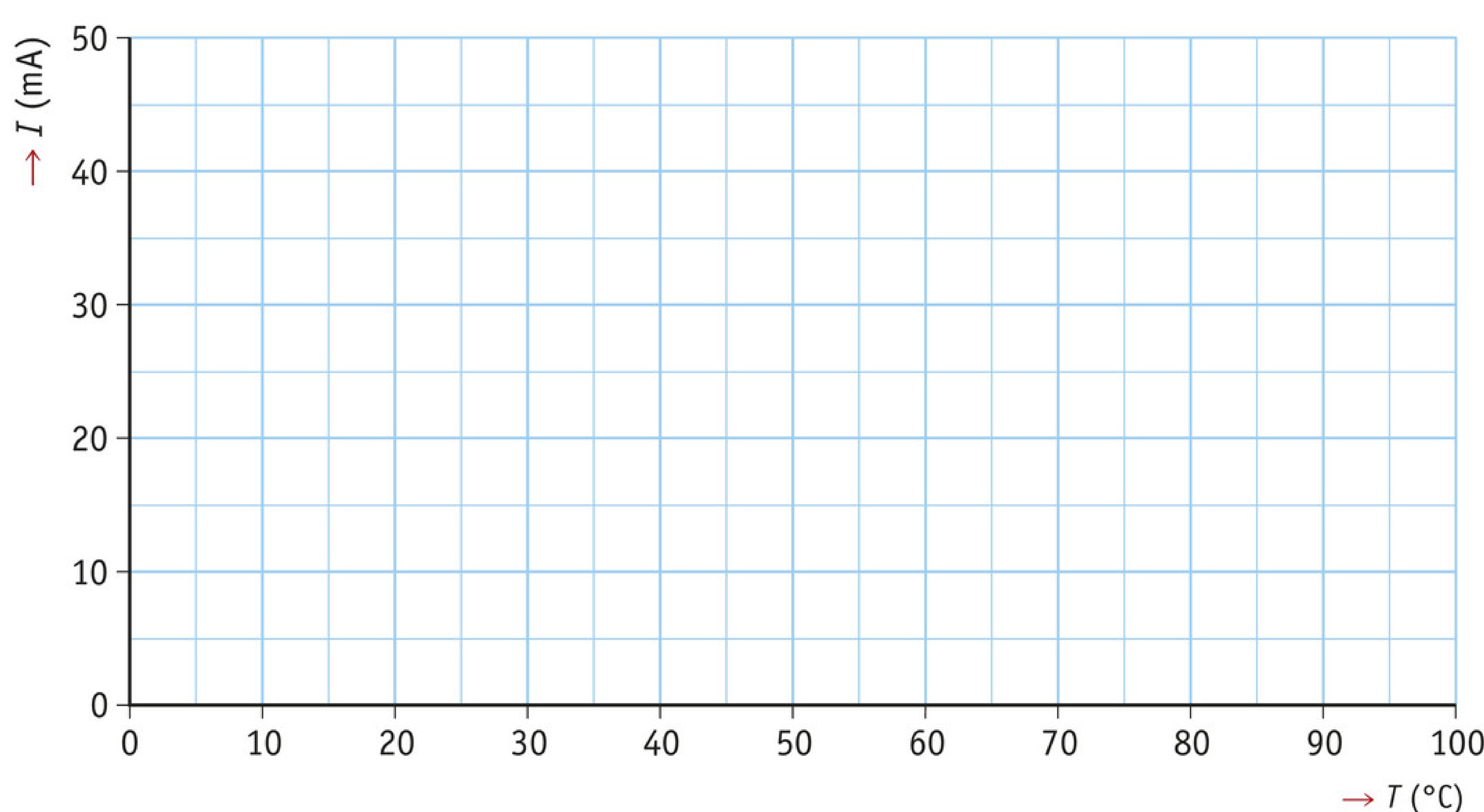
b Als de NTC-thermometer is geijkt, kan Fiona hem daarna echt gebruiken. Ze dompelt de thermometer in een bekerglas met water dat ze daarna verhit.
Bepaal met behulp van de grafiek hoe hoog de temperatuur is:

- als Fiona een stroomsterkte afleest van 18 mA: ....
- als Fiona een stroomsterkte afleest van 35 mA: ....
- als Fiona een stroomsterkte afleest van 40 mA: ....

c De temperatuur van het water neemt steeds verder toe.
Wat gebeurt er met de weerstandswaarde van de NTC?
○ A De weerstandswaarde neemt toe.
○ B De weerstandswaarde neemt af.
○ C De weerstandswaarde blijft gelijk.

tabel 1 De stroomsterkte door een NTC.

T (°C)	*I* (mA)
20	7
30	11
40	15
50	20
60	25
70	31
80	38



afbeelding 10 Het verband tussen de stroomsterkte en de temperatuur.

★ 8  Joanne maakt een thermometerschakeling met een NTC. Ze schakelt de NTC daarbij in serie met een gewone weerstand (*R* = 100 Ω). Die moet ervoor zorgen dat de stroomsterkte door de NTC niet te groot wordt.

a Maak de schakeling van Joanne compleet in afbeelding 11.

b Bij een temperatuur van 50 °C heeft de NTC een weerstand van 341 Ω.
Bereken hoe groot de stroomsterkte bij deze temperatuur wordt.

....

....

....

....

....

....

....

c Bij een temperatuur van 100 °C heeft de NTC een weerstand van 72 Ω.
Bereken hoe groot de stroomsterkte bij deze temperatuur wordt.

....

....

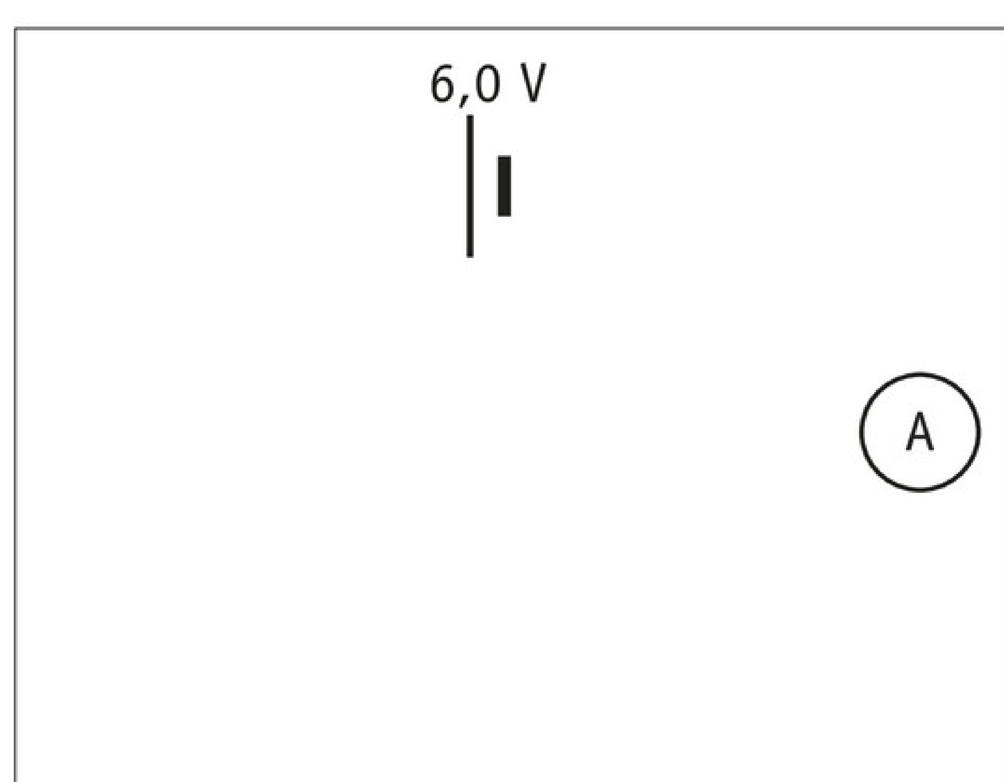
....

....

....

....

....

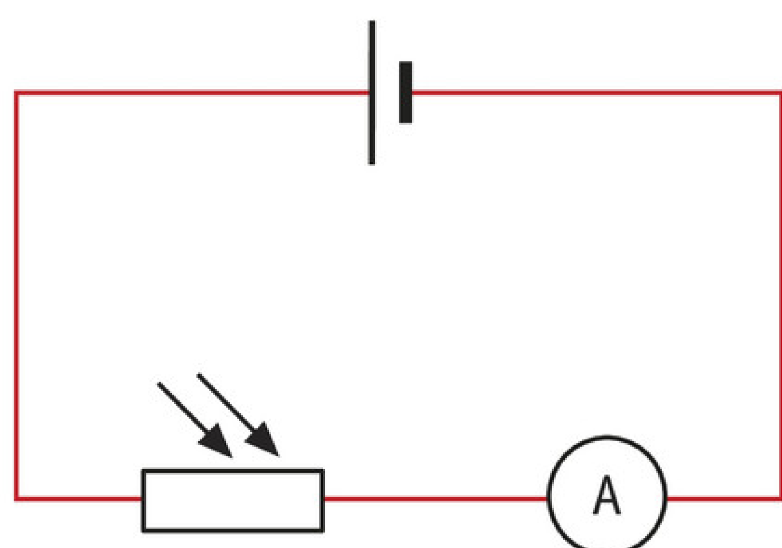


afbeelding 11 De schakeling van Joanne.

9 Djuna maakt een schakeling voor een lichtsterktemeter (afbeelding 12). De LDR in de schakeling wordt gebruikt als sensor.

a Als er weinig licht op de LDR valt:
- is de weerstand van de LDR *groot* / *klein*;
- is de stroomsterkte door de LDR *groot* / *klein*;
- slaat de meter *nauwelijks* / *ver* uit.

b Als er veel licht op de LDR valt:
- is de weerstand van de LDR *groot* / *klein*;
- is de stroomsterkte door de LDR *groot* / *klein*;
- slaat de stroommeter *nauwelijks* / *ver* uit.



afbeelding 12 De schakeling van Djuna.

★ 10

Egbert en Rik gebruiken de lichtsterktemeter van afbeelding 12 uit opdracht 9. De batterij levert een spanning van 3,0 V. Als ze de LDR in de felle zon houden, is de stroomsterkte 0,22 A.

a Bereken hoe groot de weerstand van de LDR in de felle zon is.

....

....

....

....

....

b Zes uur later is de stroomsterkte nog maar 0,1 mA.
Reken de stroomsterkte om naar A.

....

c Bereken hoe groot de weerstand van de LDR na zes uur is. Geef je antwoord in kΩ.

....

....

....

....

....

d Hoe kan de weerstand van de LDR in zes uur tijd zoveel groter worden?

....

....

....

....

11  Zie de vaardigheid *Werken met formules*.
Bekijk de serieschakeling in afbeelding 13.

a Bereken de totale weerstand (R_v).

....

....

....

....

....

....

....

b Bereken de stroomsterkte door de schakeling (in mA).

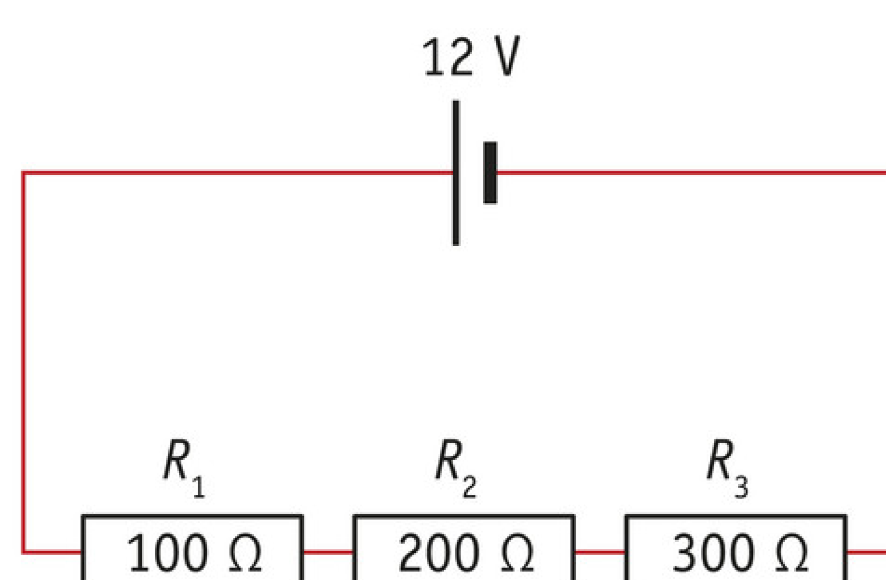
....

....

....

....

....



afbeelding 13 Een serieschakeling.

12 Rudy heeft vier weerstandjes. Met deze vier weerstandjes doet hij een practicum. In tabel 2 zie je de kleurcodes die op de weerstandjes staan.

a Vul tabel 2 verder in. Van één weerstand is de waarde al ingevuld.

b Rudy kan de weerstandjes in tabel 2 ook gecombineerd gebruiken. Hij zet weerstandjes in serie.
Hoe kan Rudy met twee weerstandjes uit tabel 2 een totale weerstand van 900 Ω maken?

....

....

....

c Rudy maakt een andere serieschakeling. Hij heeft een totale weerstand van 1900 Ω nodig.
Hoe kan Rudy met de weerstandjes uit tabel 2 een totale weerstand van 1900 Ω maken?

....

....

....

tabel 2 De weerstandjes van Rudy.

nr.	ring A	ring B	ring D	ring T	waarde
1	rood	rood	bruin	goud	
2	blauw	grijs	bruin	goud	680 Ω ± 5%
3	bruin	zwart	rood	goud	
4	groen	blauw	rood	goud	


Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Schakelen met een relais

LEERDOELEN

9.3.1 Je kunt de onderdelen beschrijven waaruit een elektromagneet is opgebouwd.
9.3.2 Je kunt uitleggen hoe een elektromagneet een stroomkring kan inschakelen.
9.3.3 Je kunt met symbolen tekenen hoe je een relais in een schakeling opneemt.
9.3.4 Je kunt toelichten hoe een relais wordt toegepast in een automatische schakeling.
9.3.5 Je kunt uitleggen hoe je een reedcontact in een schakeling als sensor gebruikt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN								
	9.3.1	9.3.2	9.3.3	9.3.4	9.3.5	9.1.1*	9.1.3*	1.1.5* (leerjaar 3)	1.4.1* (leerjaar 3)
Onthouden	2, 3ab	1abc, 3cd			4a		9a		
Begrijpen		5ac		5b, 9d	4b, 8ab				
Toepassen		9b	6b, 7a	6a, 9c, 10a					
Analyseren				10b		7c		9e	7b

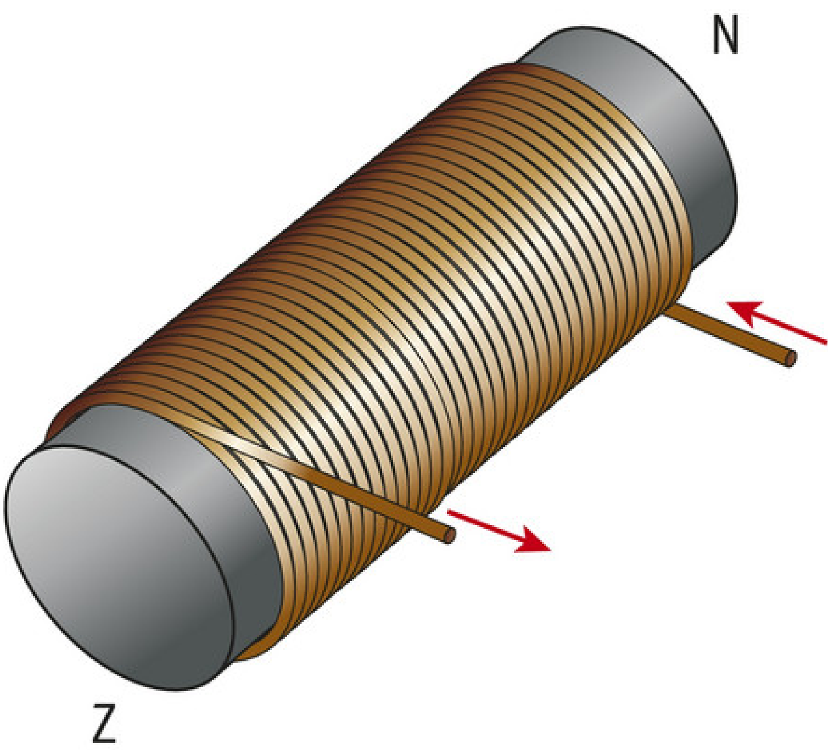
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Als je een apparaat met een afstandsbediening aanzet, hoor je vaak een klik. Waar komt die klik vandaan?

ELEKTROMAGNETEN

Een **relais** is een automatische schakelaar die je in allerlei apparaten kunt tegenkomen: wasmachines, televisies, magnetrons, buitenlampen, enzovoort. Je kunt een relais herkennen aan het klikkende geluid dat het tijdens het schakelen maakt.

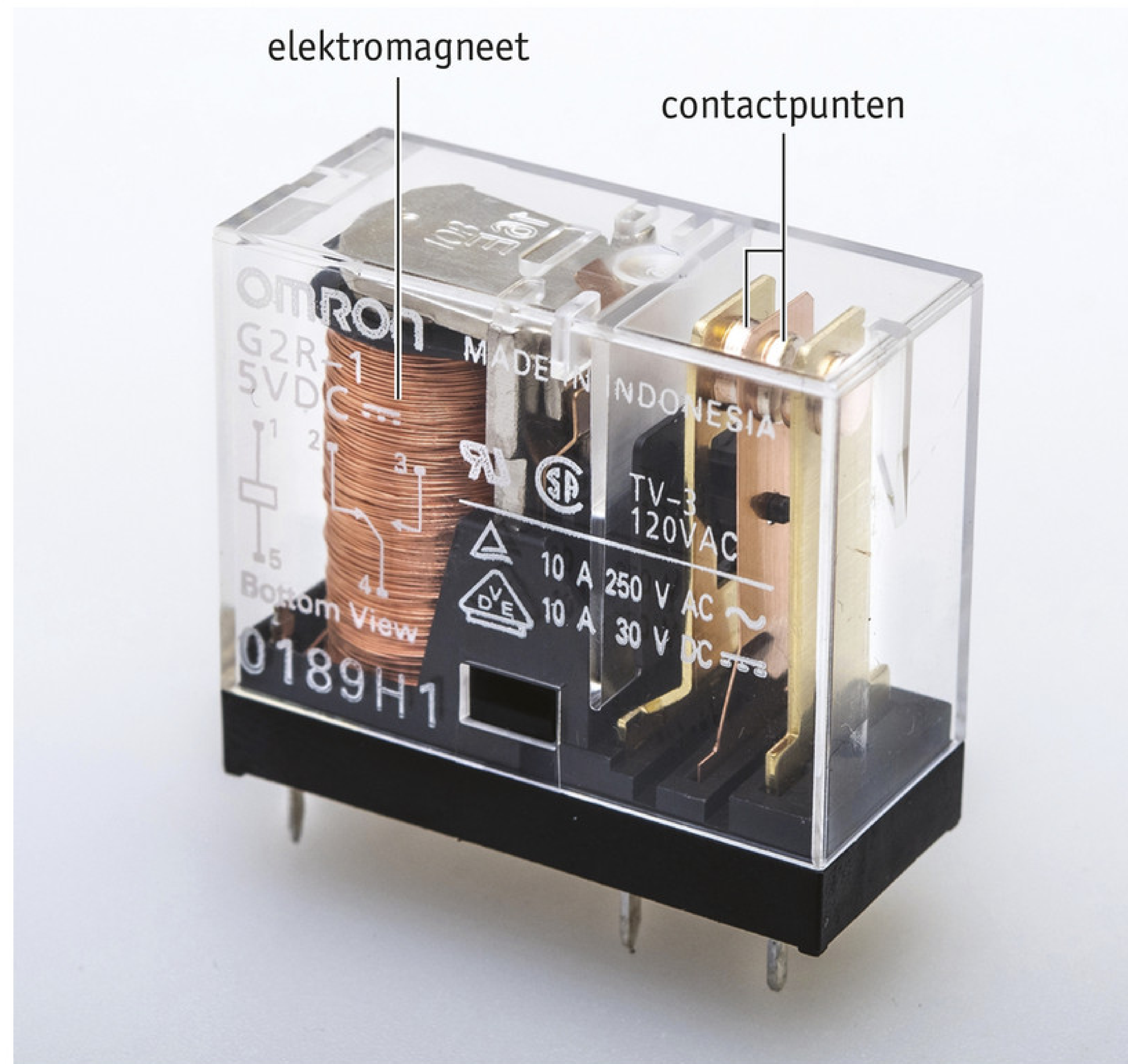
In een relais wordt gebruikgemaakt van een **elektromagneet** (afbeelding 1): een lange, geïsoleerde koperdraad die rond een ijzeren kern is gewikkeld. Zo'n spiraalvormig gewikkelde koperdraad noem je een **spoel**. Als je stroom door een spoel laat lopen, wordt hij magnetisch. Net als bij een staafmagneet heb je een **noordpool** aan de ene kant en een **zuidpool** aan de andere kant.

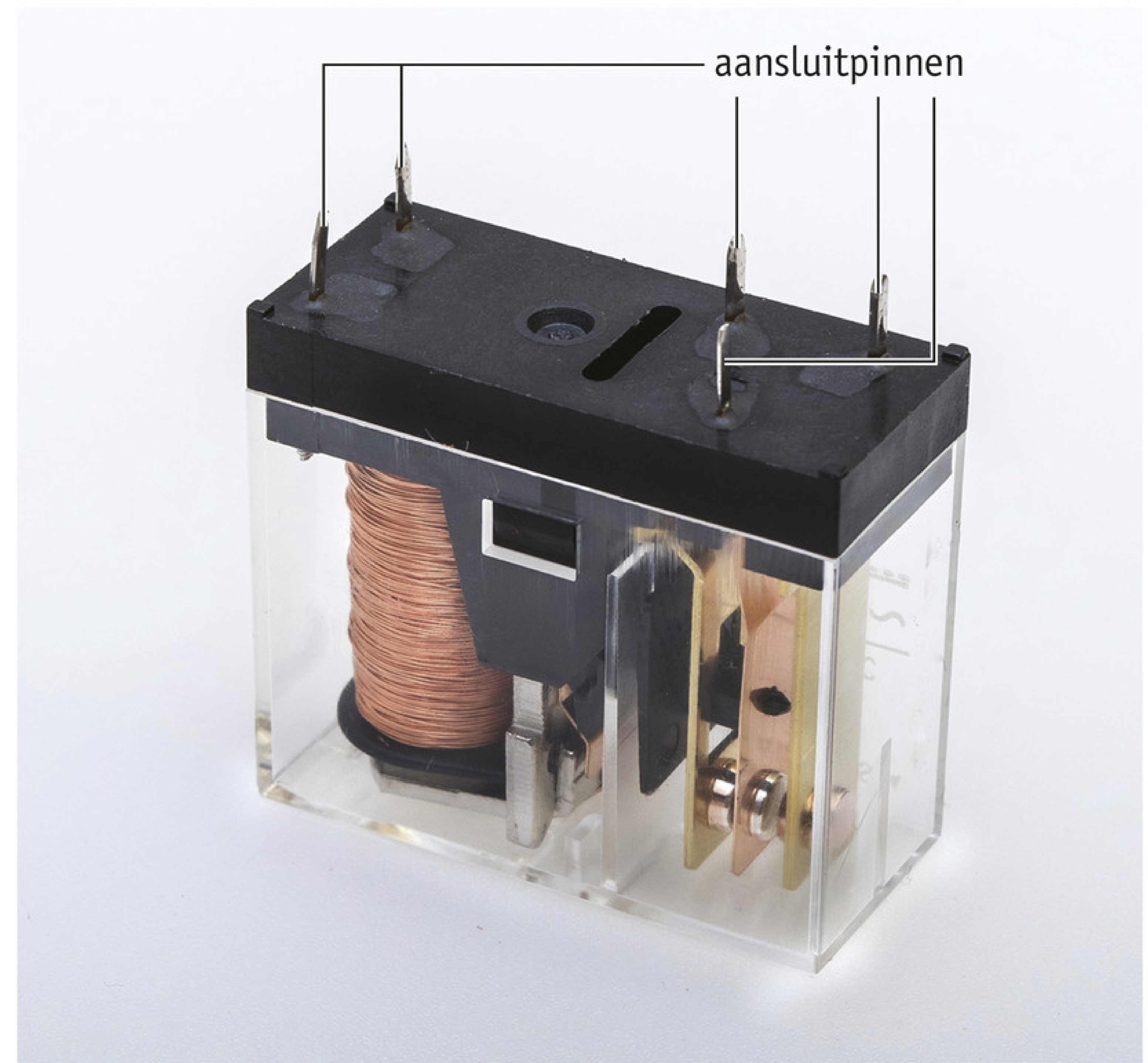


afbeelding 1 Een elektromagneet.

In afbeelding 2a zie je een relais. De elektromagneet, met zijn wikkelingen van geïsoleerd koperdraad, bevindt zich links. Rechts zijn de contactpunten te zien waartussen het relais kan schakelen. Aan de onderkant bevinden zich metalen pinnen waarmee je het relais kunt aansluiten (afbeelding 2b).

afbeelding 2 Een relais, van boven (a) en van onderen (b).





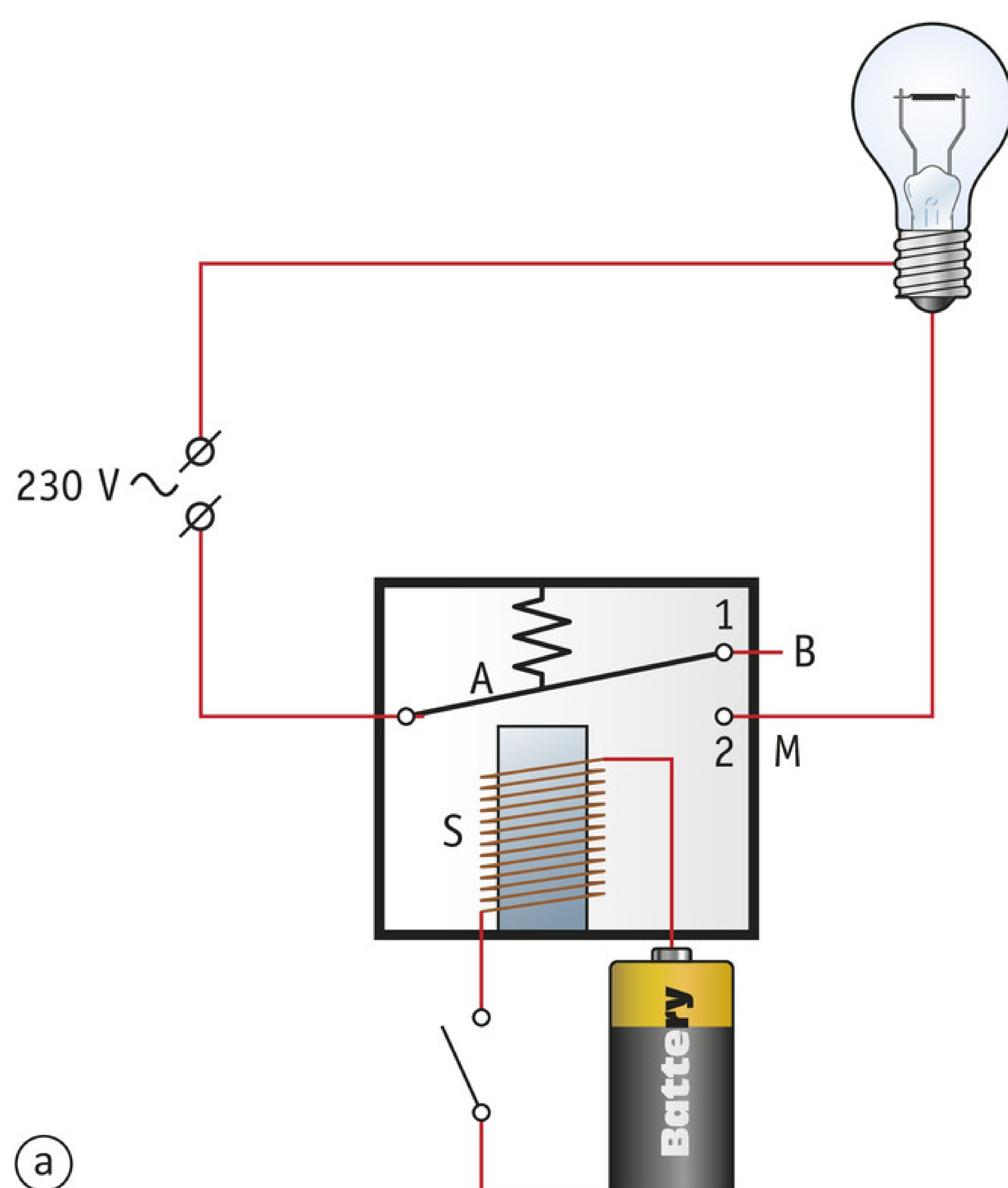
DE WERKING VAN EEN RELAIS

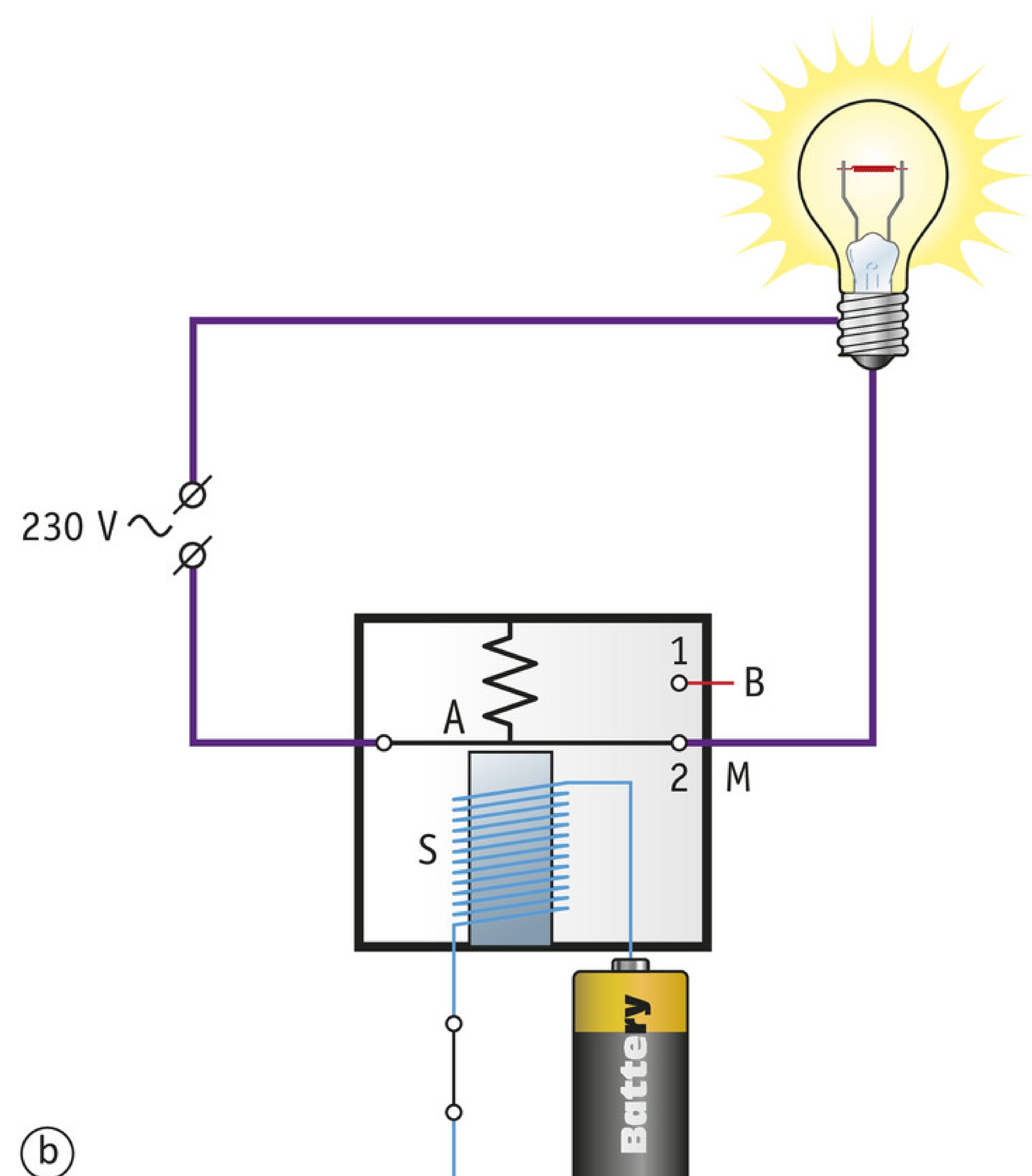
PROEF 5

In afbeelding 3 is schematisch getekend hoe je een lamp met een relais kunt in- en uitschakelen. Als er geen stroom door de spoel loopt, is de spoel S niet magnetisch. Een veer trekt het beweegbare **anker** A dan omhoog (afbeelding 3a). Daardoor wordt het anker tegen contactpunt 1 aangedrukt. Er kan dan geen stroom lopen via contactpunt 2: de lamp is uit.

De spoel wordt magnetisch als je er stroom doorheen laat lopen. Hij trekt dan het ijzeren anker naar zich toe. Daardoor wordt het anker tegen contactpunt 2 aangedrukt (afbeelding 3b). Dit veroorzaakt het typische klikgeluid van een relais. De stroomkring via contactpunt 2 is hierdoor gesloten: de lamp begint te branden.

afbeelding 3 Een relais: schakelen met een elektromagneet.



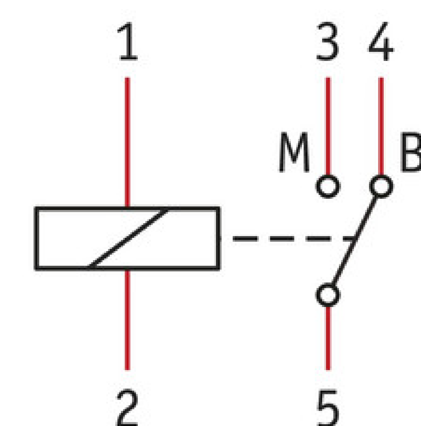


Er zijn dus twee verschillende stroomkringen:
1 de stroomkring van de elektromagneet;
2 de stroomkring van de actuator (in afbeelding 3 is dat de lamp).

De stroomkring van de elektromagneet is in afbeelding 3b lichtblauw getekend. De stroomsterkte in deze stroomkring is niet erg groot: er is maar een kleine stroom nodig om het relais te laten schakelen.
De stroomkring van de actuator is in afbeelding 3b paars getekend. De stroomsterkte in deze stroomkring is veel groter dan de stroomsterkte in stroomkring 1.

EEN STARTMOTORSCHAKELING

Zoals je aan het schakelsymbool kunt zien, heeft een relais vijf aansluitpunten (afbeelding 4). De aansluitpunten 1 en 2 zijn voor het aansluiten van de spoel. Hiermee maak je stroomkring 1. Op de aansluitpunten 3, 4 en 5 die je rechts ziet, kun je een actuator aansluiten. Hiermee maak je stroomkring 2.

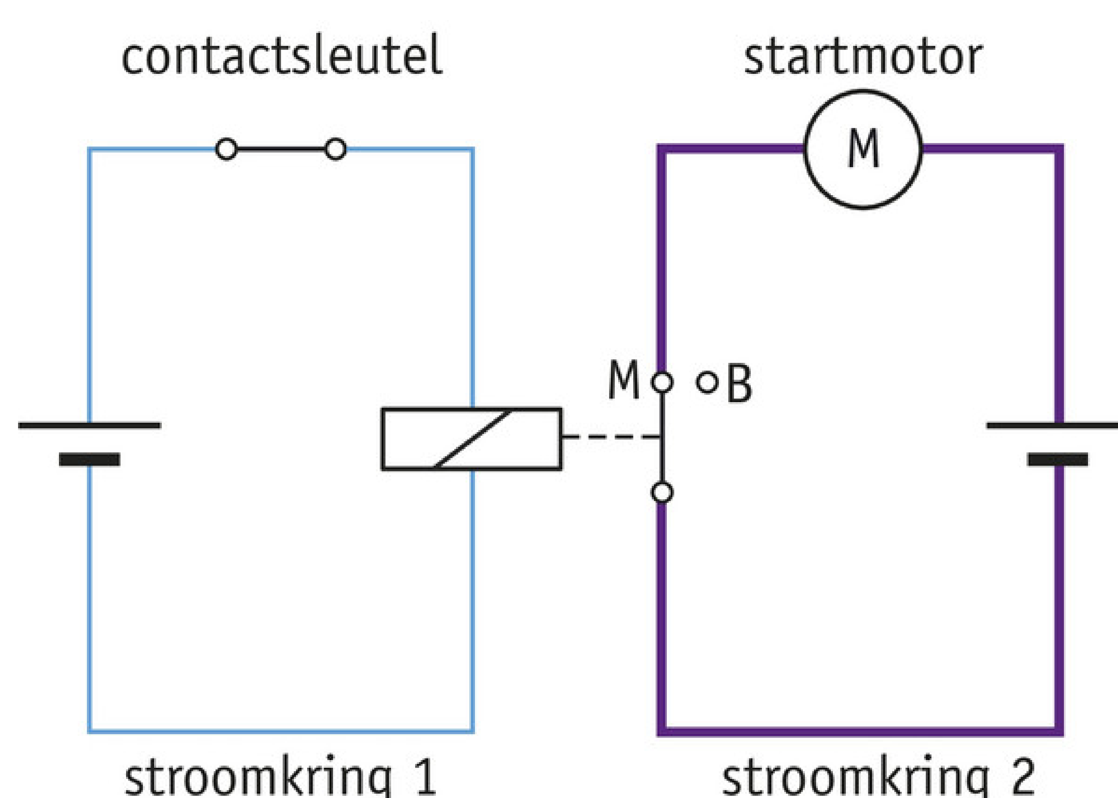


afbeelding 4 Het symbool voor een relais (als er geen stroom door de spoel loopt).

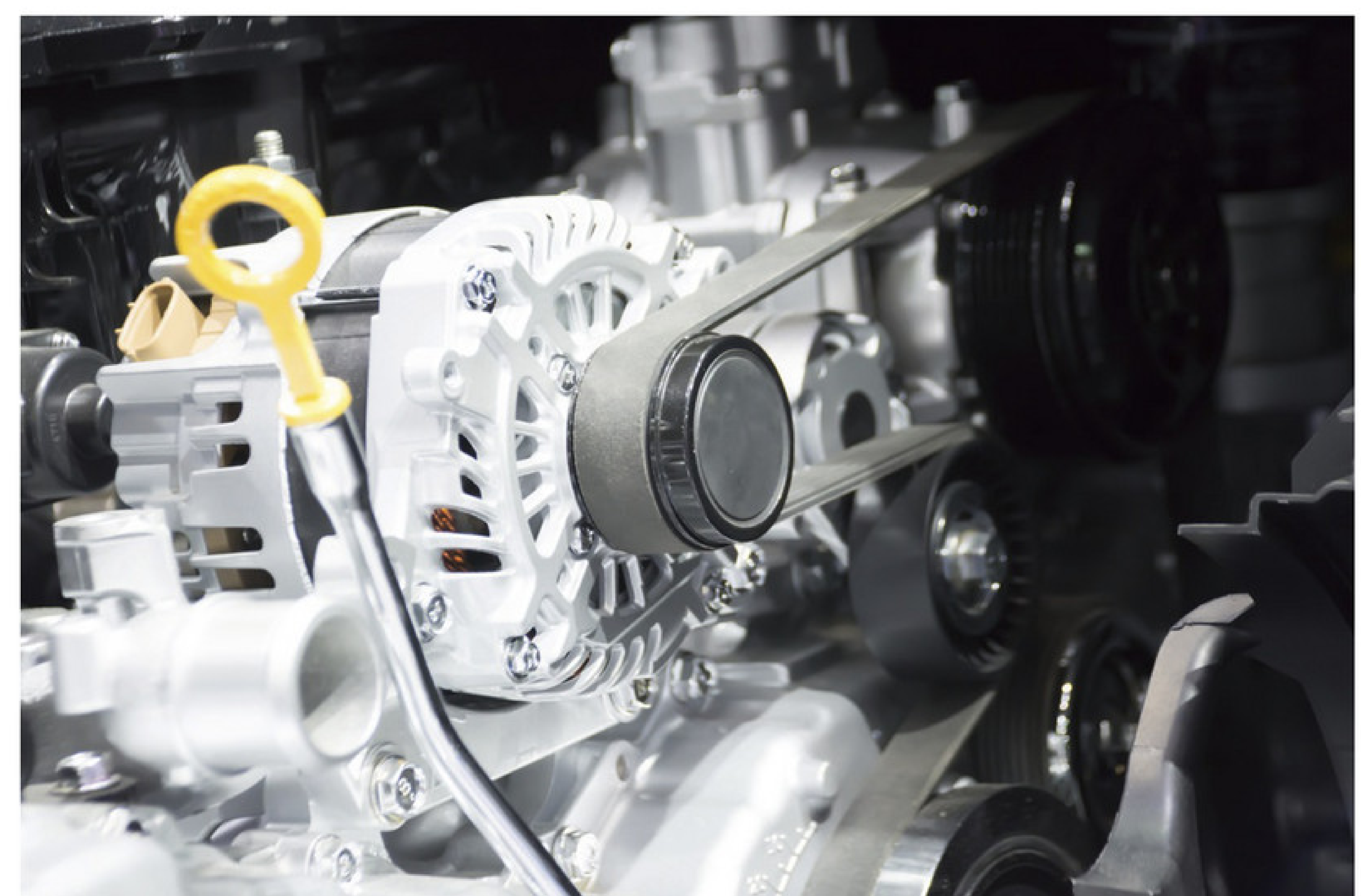
Van de drie aansluitpunten voor de actuator gebruik je de onderste aansluiting (5) altijd. Je houdt dan twee aansluitpunten over: het **maakcontact** M (3) en het **breekcontact** B (4). Het hangt van het doel van de schakeling af of je het maakcontact gebruikt of het breekcontact. Soms worden zelfs beide contacten in één schakeling gebruikt.

In afbeelding 5 zie je een schakeling waarmee je de startmotor van een auto aan kunt zetten. In deze schakeling wordt het maakcontact gebruikt. Als je de contactsleutel omdraait, loopt er een klein stroompje (50 mA) door stroomkring 1. Het relais schakelt dan, zodat er een veel grotere stroom (circa 100 A) door stroomkring 2 gaat lopen. Zo'n grote stroom kun je beter niet met de hand inschakelen.

Voor stroomkring 1 worden gewone, dunne draden gebruikt. Voor stroomkring 2, waarin de stroomsterkte veel groter is, worden dikke koperen leidingen gebruikt. Om die dikke leidingen zo kort mogelijk te houden, wordt het relais vlak bij de accu en de startmotor gemonteerd (afbeelding 6).



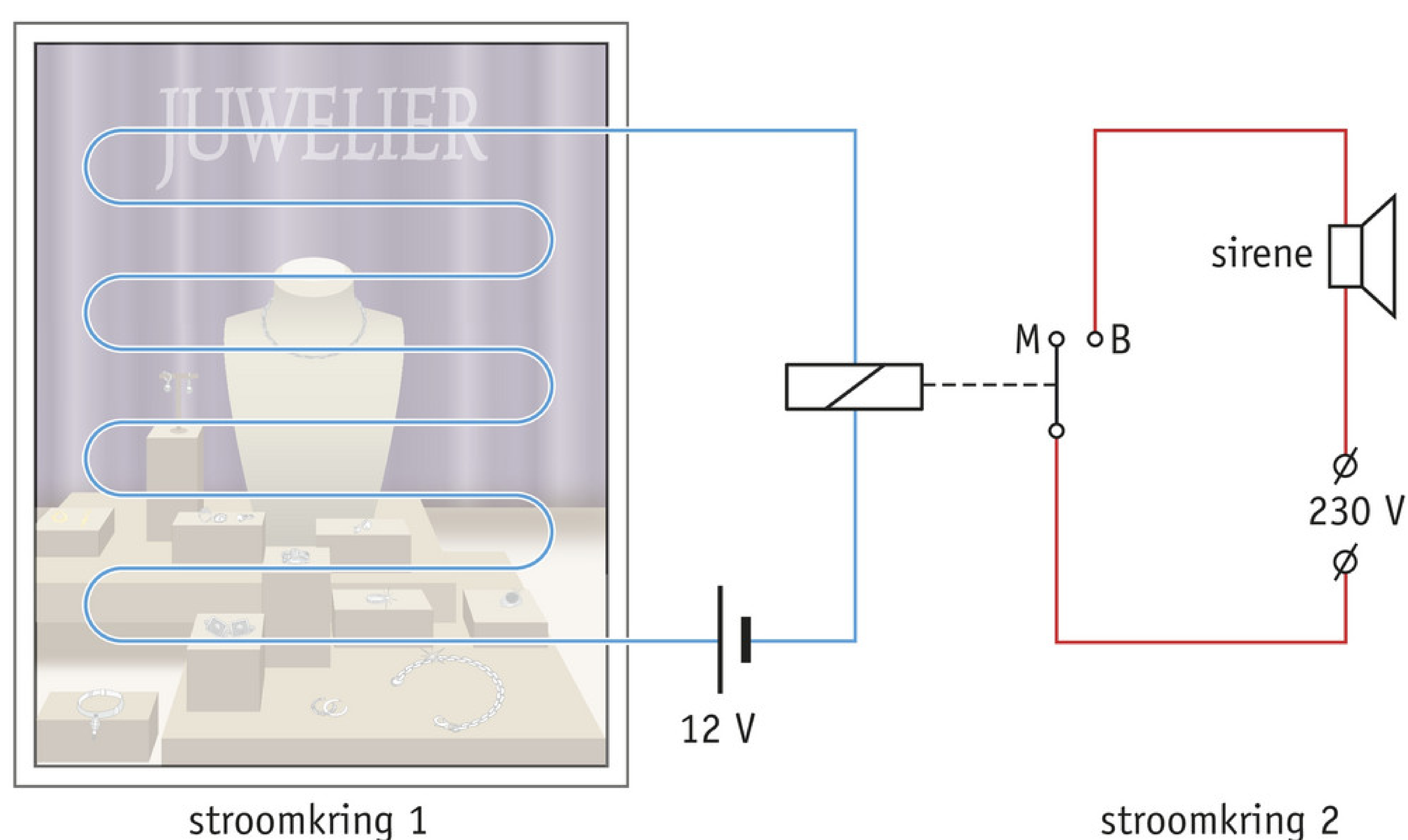
afbeelding 5 Zo wordt de startmotor van een auto aangezet.


afbeelding 6 De startmotor is op de motor van de auto gemonteerd.

EEN INBRAAKALARM

In afbeelding 7 zie je een schakeling die wordt gebruikt als inbraakalarm bij een winkelruit van een juwelier. In deze schakeling wordt het breekcontact van het relais gebruikt. Zolang de stroomkring door de ruit gesloten blijft, loopt er stroom door de spoel. De elektromagneet trekt in deze situatie het anker naar zich toe. Hierdoor kan er geen stroom via het breekcontact lopen: de sirene staat uit.

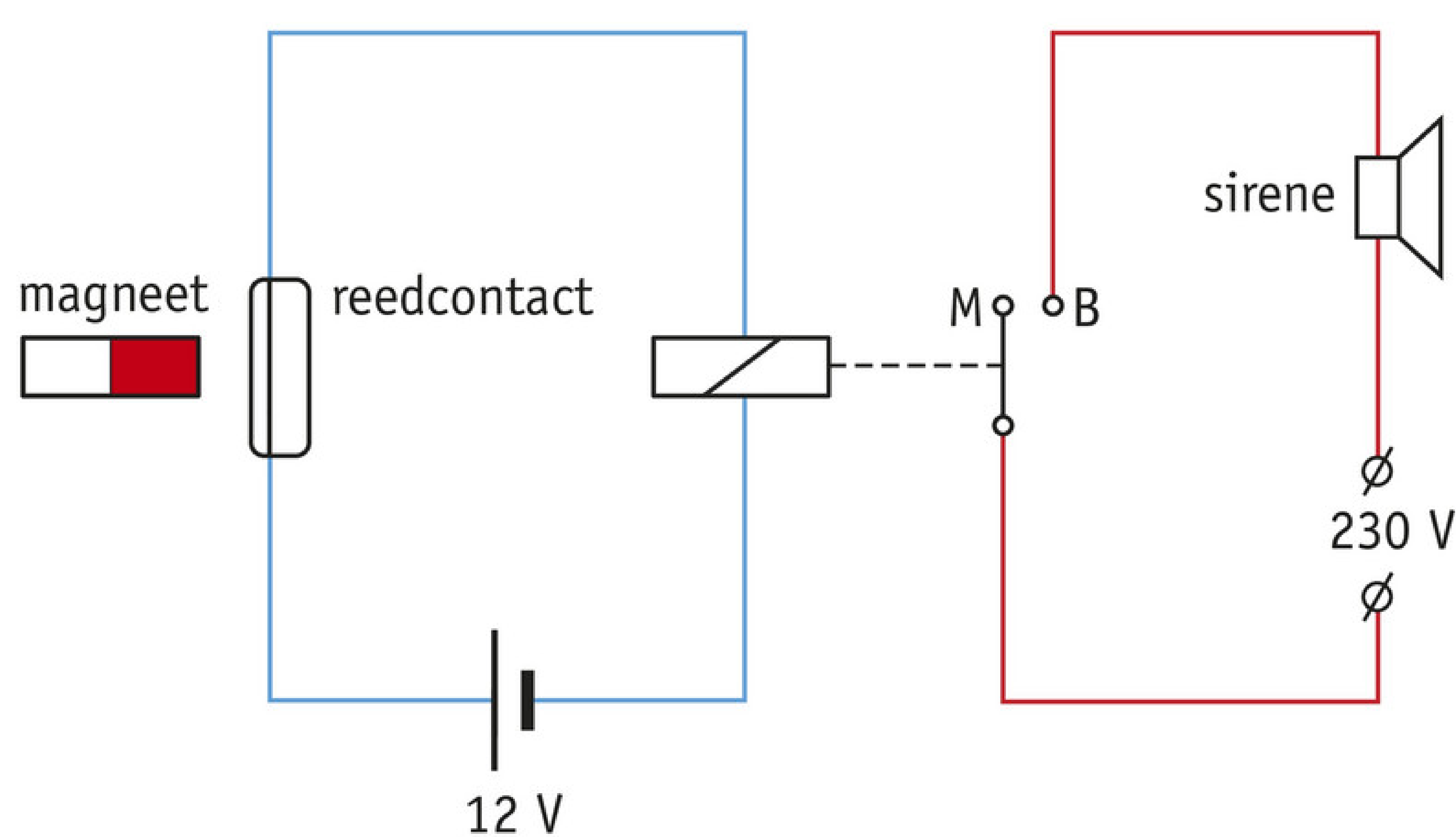
Als de draad op de ruit breekt, loopt er geen stroom meer door de spoel. De spoel is daardoor niet meer magnetisch. De veer trekt het anker dan naar het breekcontact B. De stroom in stroomkring 2 wordt daardoor ingeschakeld: de sirene gaat aan.



afbeelding 7 Een inbraakalarm met een relais en een sirene.

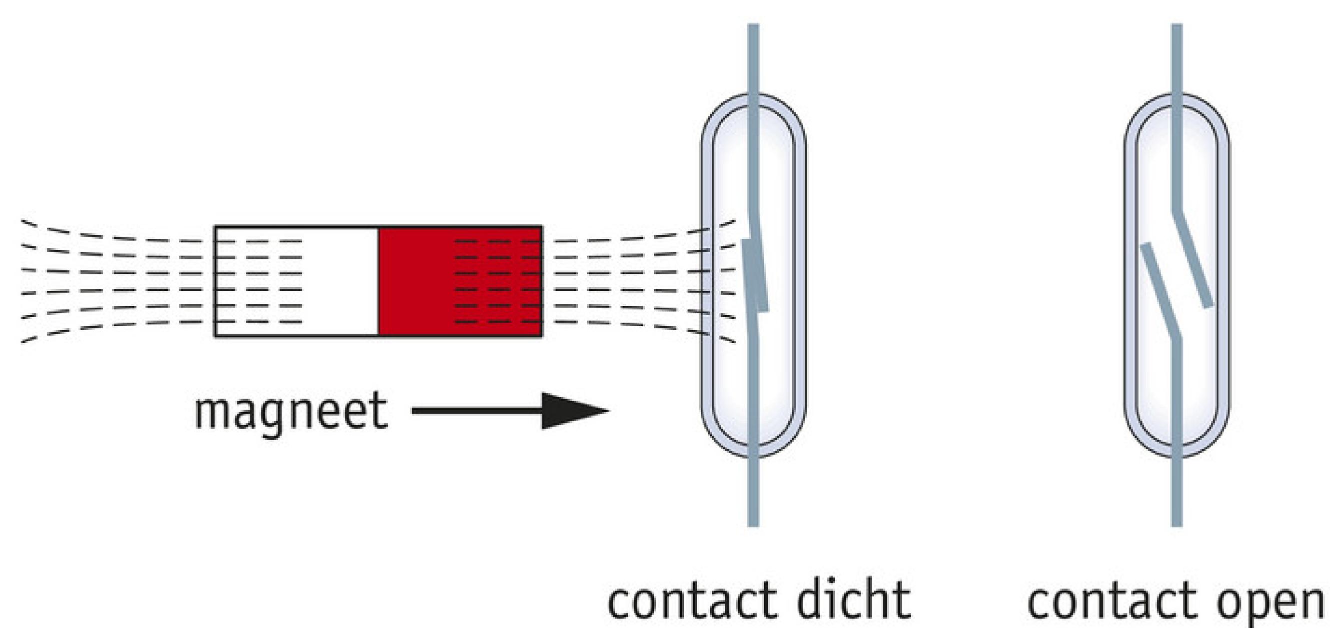
EEN RAAMBEVEILIGING

Er bestaan ook alarmsystemen waarmee je openslaande ramen kunt beveiligen. In afbeelding 8 zie je het schakelschema van zo'n inbraakalarm. Het alarm gaat af op het moment dat het raam wordt opengemaakt.



afbeelding 8 Met deze schakeling kun je een raam beveiligen.

In deze alarmschakeling wordt gebruikgemaakt van een **reedcontact**. Dat is een schakelaar die reageert op een magneet. In afbeelding 9 zie je hoe dat werkt. Als je een magneet bij het reedcontact houdt, klikken de twee stalen strips tegen elkaar aan. Zo wordt de stroom ingeschakeld. Als je de magneet weghaalt, veren de strips weer bij elkaar vandaan. Dan wordt de stroom uitgeschakeld.



afbeelding 9 Een reedcontact sluit als er een magneet bij wordt gehouden.

Bij een alarmsysteem zit het reedcontact op het kozijn en het magneetje vlak daarnaast op het raam. De stroom loopt dan via het reedcontact door de spoel van het relais, zoals in afbeelding 8 is getekend. Als een inbreker of iemand anders het raam opent, beweegt het magneetje bij het reedcontact vandaan. Het reedcontact schakelt de stroom door de spoel dan uit. Hierdoor gaat het alarm af.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Bij een relais heb je altijd twee stroomkringen.

a De eerste stroomkring is de stroomkring van de *actuator* / *elektromagneet* / *schakelaar* / *sensor*.

b De tweede stroomkring is de stroomkring van de *actuator* / *elektromagneet* / *schakelaar* / *sensor*.

c De stroomsterkte in de tweede stroomkring is *kleiner* / *groter* dan de stroomsterkte in de eerste stroomkring.

2 Een relais heeft twee contacten.
Welke twee contacten zijn dit?

....

....

3 In een relais zit een spoel.

a Wat is een spoel?

- ○ A Een spoel is een korte, geïsoleerde koperdraad die als een spiraal is gewikkeld.
- ○ B Een spoel is een lange, geïsoleerde koperdraad die als een spiraal is gewikkeld.
- ○ C Een spoel is een korte, geïsoleerde koperdraad die niet is gewikkeld.
- ○ D Een spoel is een lange, geïsoleerde koperdraad die niet is gewikkeld.

b Je zet de stroom aan. De stroom loopt door de spoel.
De spoel wordt *wel* / *niet* magnetisch.

c Wat gebeurt er met het anker als er stroom door het relais heen loopt?
- ○ A Dan wordt het anker door de ijzeren kern aangetrokken.
- ○ B Dan wordt het anker door de ijzeren kern afgestoten.
- ○ C Dan wordt het anker door de veer tegen de ijzeren kern gedrukt.

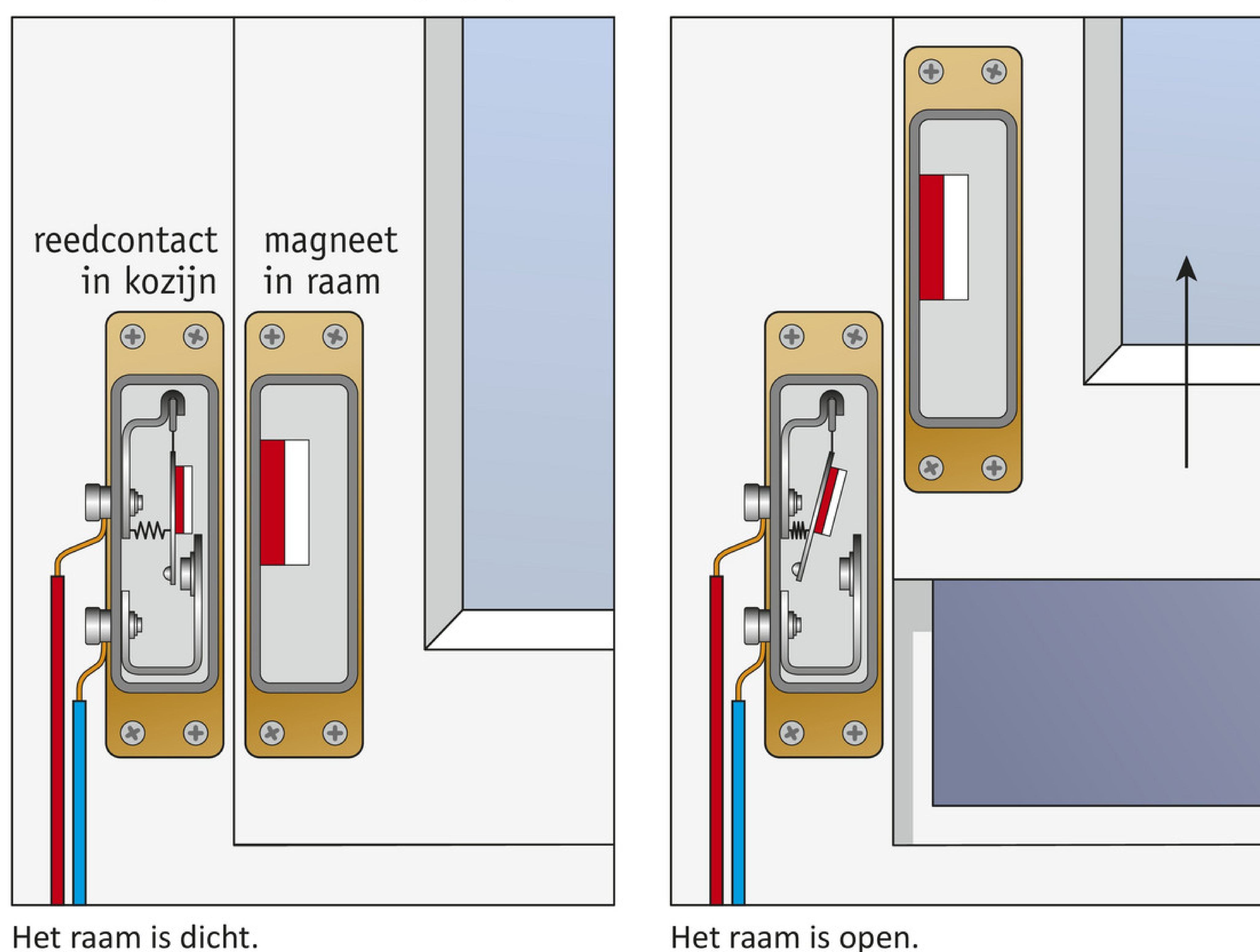
d Je zet de stroom uit. Er loopt geen stroom meer door de spoel.
De spoel is dan *wel* / *niet* magnetisch. De veer zorgt ervoor dat het anker weer wordt *afgestoten* / *teruggetrokken*.

4 Bij de raambeveiliging in afbeelding 10 zie je een reedcontact.

a Wat is een reedcontact?
- ○ A een schakelaar die reageert op licht
- ○ B een schakelaar die reageert op temperatuur
- ○ C een schakelaar die reageert op een magneet

b Als het raam dicht is, zit de magneet bij het reedcontact.
Het reedcontact schakelt de stroom *in* / *uit*.

afbeelding 10 Raambeveiliging op een schuifraam.



Het raam is dicht.   Het raam is open.

TOEPASSING

5 De startmotor van een auto wordt aangezet door een relais.

a Het relais van de startmotor is aangesloten op het .... contact.

b Waarom wordt een relais gebruikt om de startmotor aan te zetten?

....

....

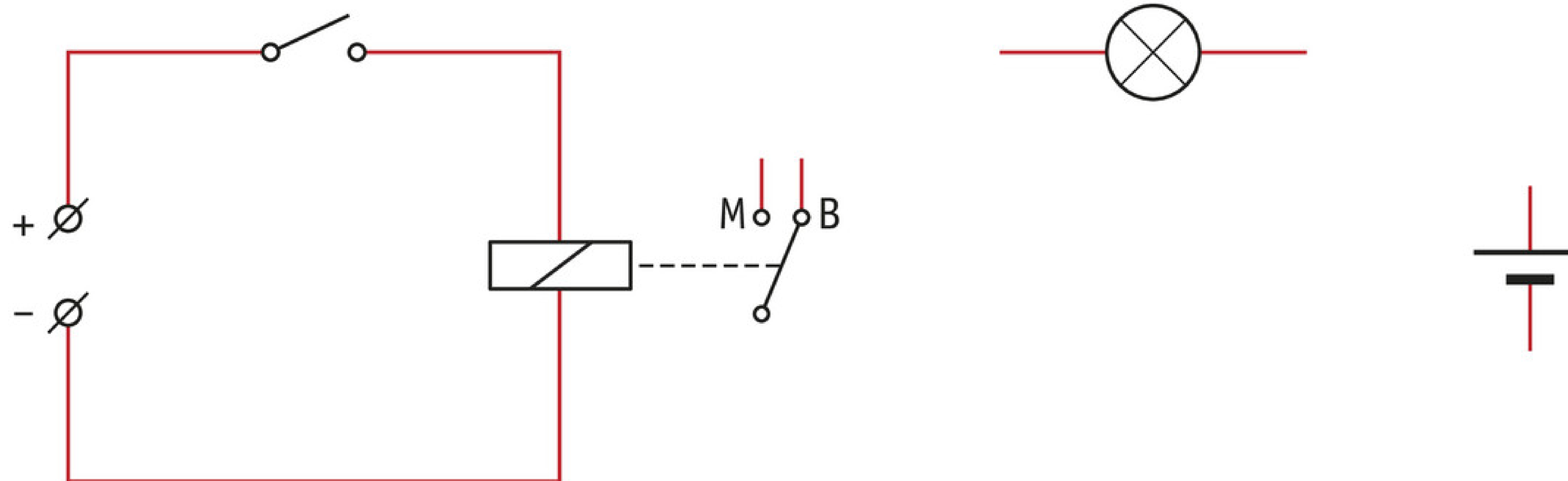
....

c De stroomsterkte is het grootst door de *spoel van het relais* / *startmotor.*

6  Erol wil een signaallampje op een relais aansluiten. Gaat er geen stroom door de spoel van het relais, dan moet het lampje aangaan.

a Erol moet het .... contact van het relais gebruiken.

b In afbeelding 11 zie je Erols schakeling. Er ontbreken enkele snoeren.
Maak het schakelschema compleet door de ontbrekende snoeren te tekenen.



afbeelding 11 De schakeling van Erol.

7  In afbeelding 12 zie je onderdelen van een alarminstallatie. De sirene moet afgaan als de draad op de ruit kapotgaat. Er ontbreken enkele snoeren.

a Maak het schakelschema af door de ontbrekende snoeren te tekenen.

b De draad door de ruit is heel dun. Het relais schakelt bij een stroom van 0,025 A.
Waarom kan de draad door de ruit heel dun zijn?

○ A De stroomsterkte door de draad is erg groot. Er ontstaat veel warmte en de draad zal daarom niet snel doorbranden.

○ B De stroomsterkte door de draad is erg klein. Er ontstaat veel warmte en de draad zal daarom snel doorbranden.

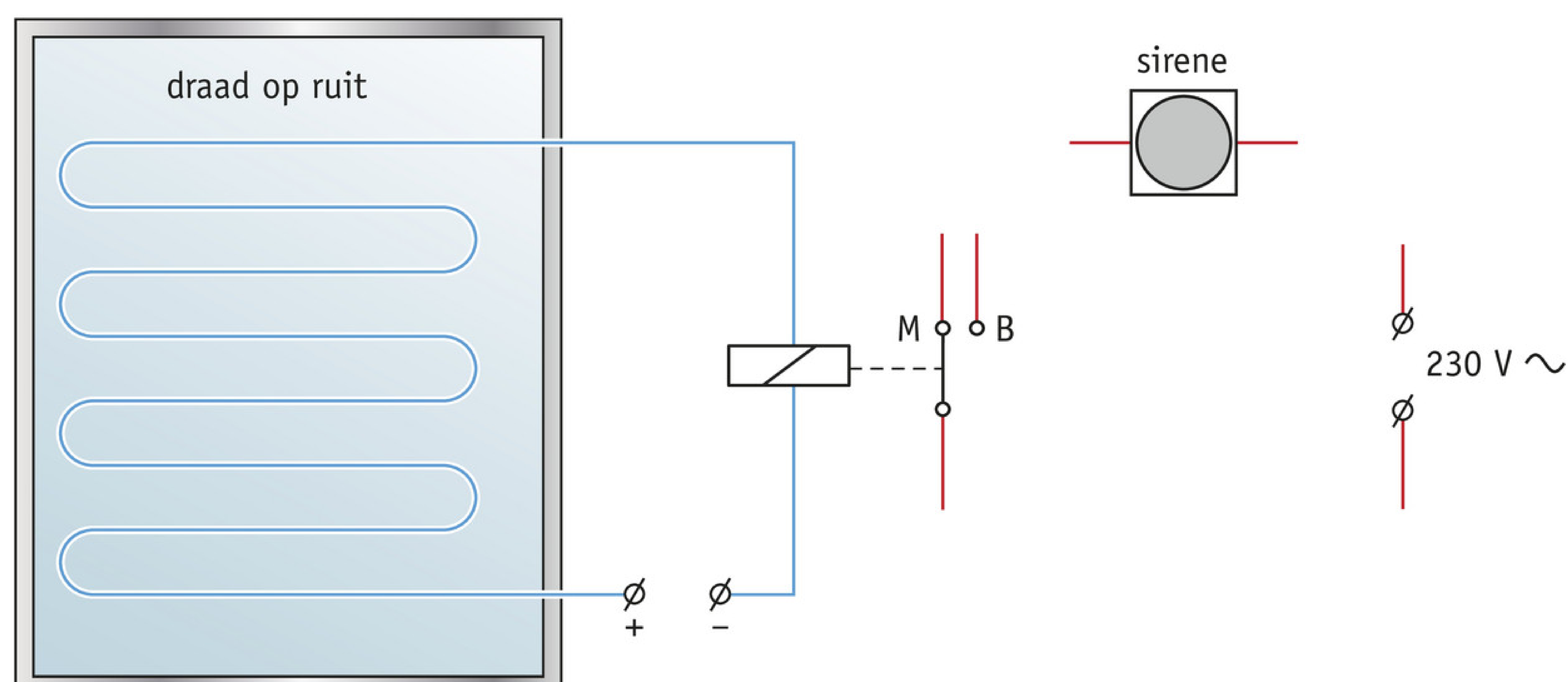
○ C De stroomsterkte door de draad is erg klein. Er ontstaat weinig warmte en de draad zal daarom niet snel doorbranden.

c De sirene werkt op een grote stroomsterkte en een grote spanning.
Leg uit wat er fout gaat als je de sirene aansluit met hetzelfde dunne draadje.

....

....

....



afbeelding 12 Een inbraakalarm.

8 In afbeelding 13 zie je een raamalarm. Dit is een alarm van een schuifraam. Gaat het raam omhoog, dan gaat het alarm af.

a Hoe noem je het schakelaartje in zo'n magneetcontact?

- ○ A een drukschakelaar
- ○ B een reedcontact
- ○ C een relais
- ○ D een transistor

b Je opent het raam. Er loopt dan *wel* / *geen* stroom door het schakelaartje.

afbeelding 13 Informatie over een magneetcontact als raambeveiliging.

Raambeveiliging

Een magneetcontact is geschikt om deuren en openslaande ramen te beveiligen. Het bestaat uit twee elementen: een magneet en een schakelaartje. De magneet wordt op het bewegende deel gemonteerd en het schakelaartje op het kozijn. Zodra bij het openen van raam of deur de onderlinge afstand circa 1 cm bereikt, wordt een signaal gegeven.



Werken als autotechnicus beroep



Erkan (36) is eigenaar van een autobedrijf. Na het halen van zijn vmbo-diploma (K) is hij naar het mbo gegaan. Daar heeft hij twee opleidingen gevolgd: Eerste Autotechnicus (niveau 3) en Technisch Specialist Personenauto's (niveau 4). "Daar ben ik in totaal vijf jaar mee bezig geweest," vertelt hij. "Maar het waren leuke opleidingen, met veel praktijk. Ik heb ze met plezier gedaan." Daarna werkte Erkan bij verschillende garages. Sinds twee jaar heeft hij zijn eigen bedrijf. Verkopen is nu zijn belangrijkste activiteit. "In de werkplaats zie je mij niet veel meer, en dat vind ik weleens jammer, maar de zaken gaan goed."

9 Lees de tekst 'Werken als autotechnicus'.
Afbeelding 14 komt uit een leerboek van Erkan, uit zijn tijd op het mbo.

a Hoe groot is de stroomsterkte door een achterruitverwarming volgens Erkans leerboek?

....

b Waarom wordt een achterruitverwarming vaak geschakeld met een relais?

....

....

c De relaisspoel krijgt geen spanning meer als de bestuurder het contactsleuteltje uit het contact haalt en uitstapt.
Leg uit waarom dat zo is gedaan.

....

....

d Waarvoor dient het controlelampje?

....

....

e Het controlelampje is parallel aan de verwarmingsdraden geschakeld.
Leg uit waarom dat zo is gedaan. Tip: denk aan de stroomsterkte.

....

....

....

....

afbeelding 14 Informatie over de achterruitverwarming.

Achterruitverwarming

De achterruit wordt verwarmd door speciale weerstandsdraden die op of in het glas zijn aangebracht. Omdat een achterruitverwarming een grote stroomverbruiker is (10-20 A), wordt ze in veel autotypes ingeschakeld door middel van een relais.

De relaisspoel ontvangt spanning via de contactschakelaar. Zo wordt voorkomen dat de accu door een nog ingeschakelde achterruitverwarming kan ontladen na het uitschakelen van de motor. Een controlelampje maakt de bestuurder attent op het ingeschakeld zijn van de verwarming.

bron: Jan Trommelmans, De moderne auto-elektro

★ 10  Bij een modelspoorbaan kun je een trein automatisch laten stoppen. Onder de trein zit een magneetje. Daar waar je wilt dat de trein stopt, leg je een reedcontact in het spoor. Komt het magneetje boven het reedcontact, dan stopt de trein met rijden. Het schema in afbeelding 15 is van het moment dat de trein boven het reedcontact staat.

a Teken het ontbrekende snoer in afbeelding 15.

b Leg uit waarom je het snoer op deze manier hebt getekend.

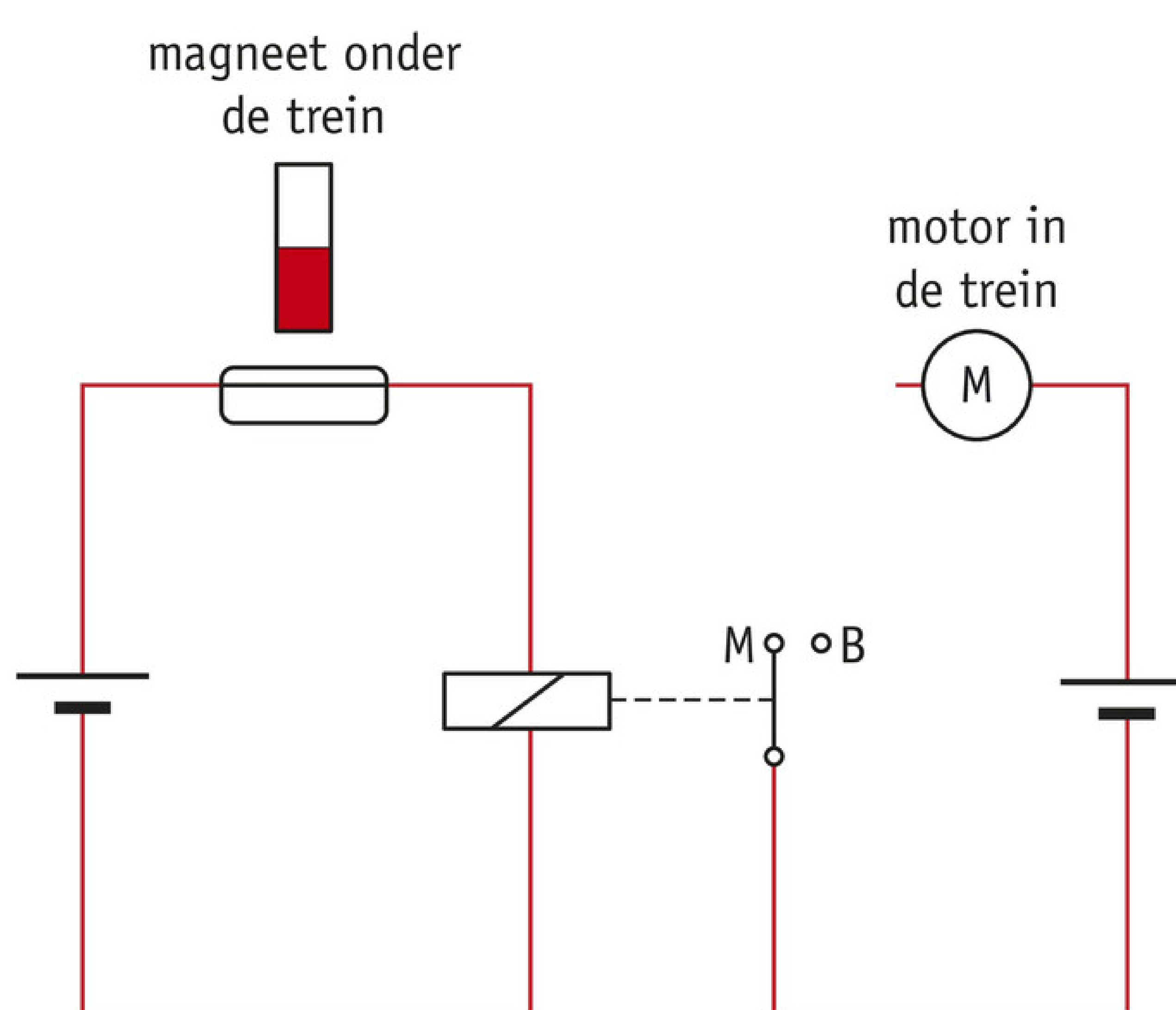
....

....

....

....

....



afbeelding 15 Een schakeling in een modelspoorbaan.

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Elektronische schakelingen

LEERDOELEN

9.4.1 Je kunt overeenkomsten en verschillen tussen een transistor en een relais benoemen.
9.4.2 Je kunt uitleggen wanneer een transistor schakelt van UIT naar AAN (en andersom).
9.4.3 Je kunt schakelingen tekenen waarin een transistor als schakelaar wordt gebruikt.
9.4.4 Je kunt toelichten hoe een schakeling met een transistor als schakelaar werkt.
9.4.5 Je kunt beschrijven hoe je elektrische energie in een condensator kunt opslaan.
9.4.6 Je kunt toelichten hoe een condensator in een schakeling wordt toegepast.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN									
	9.4.1	9.4.2	9.4.3	9.4.4	9.4.5	9.4.6	9.1.6*	9.2.1*	9.2.2*	9.2.4*
Onthouden	2ab	1abc	7a	5	3, 4abcd					
Begrijpen	6c				6a, 12ce	12ab	6b	9a	6d	10cd
Toepassen		7c	7b	8b, 9b, 10ab		11ab				
Analyseren				8a, 13ab	11c, 12d				9c	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

In het dagelijks leven kom je allerlei apparaten tegen die automatisch aan en uit worden gezet. Welke voorbeelden kun je daarvan geven?

DE TRANSISTOR

Het relais is niet de enige automatische schakelaar die je kunt gebruiken; vaak is een **transistor** een betere keuze. Een transistor heeft dezelfde functie als een relais: het automatisch aan- en uitzetten van een apparaat (de actuator). Een transistor werkt volledig elektronisch en bevat geen bewegende delen. Je hoort hem daardoor niet schakelen.

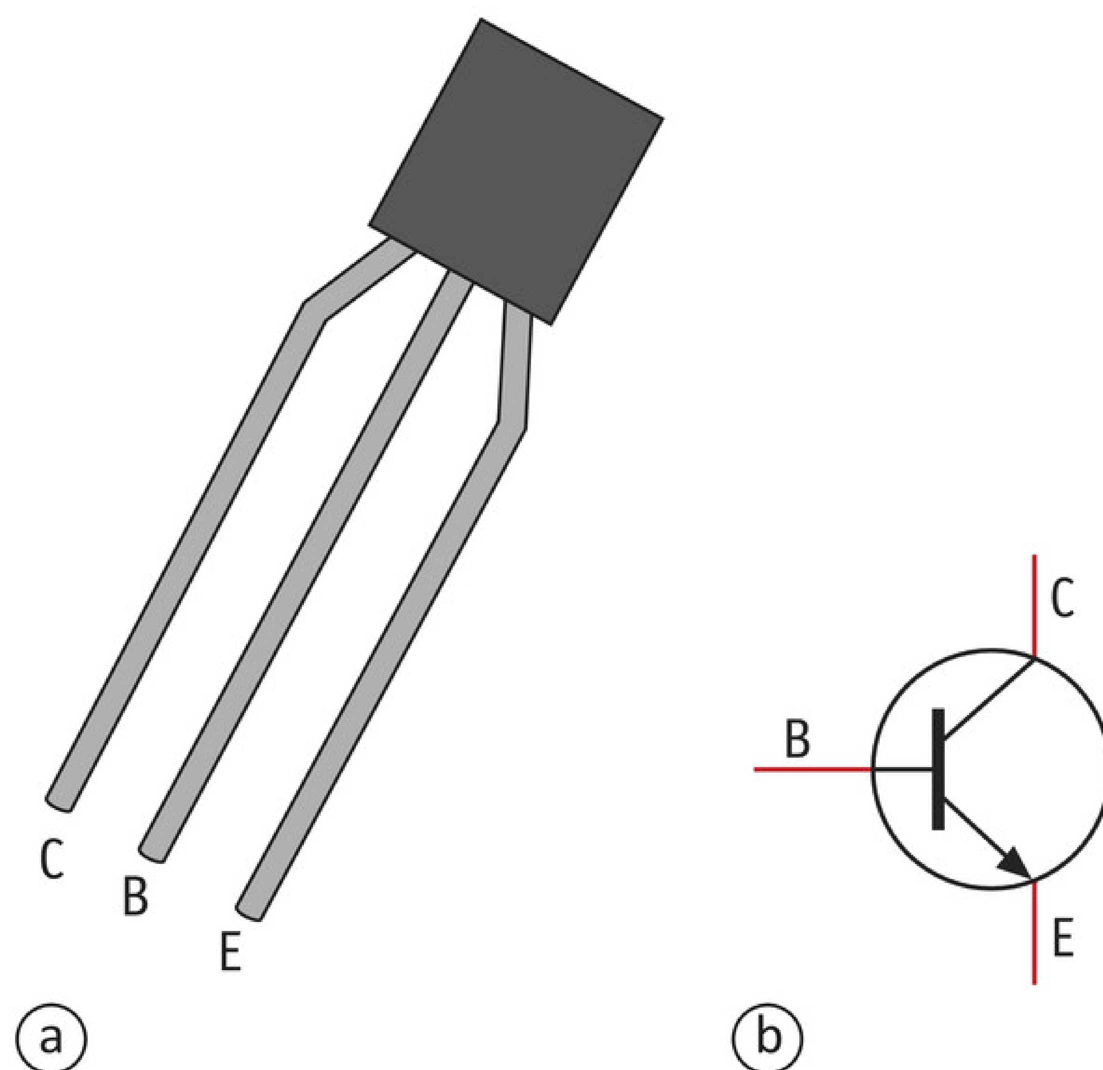
Een transistor is kleiner en goedkoper dan een relais. Ook verbruikt een transistor minder elektrische energie. Maar een transistor heeft ook nadelen. Je kunt er alleen lage spanningen mee schakelen. Voor apparaten die op de spanning van het lichtnet werken (230 V), zoals een wasmachine of een oven, gebruik je daarom een relais.

DE WERKING VAN EEN TRANSISTOR

Een transistor (afbeelding 1) heeft drie aansluitpunten:

- de **collector** (C);
- de **basis** (B);
- de **emitter** (E).

afbeelding 1 Een transistor (a) en het bijbehorende schakelsymbool (b).

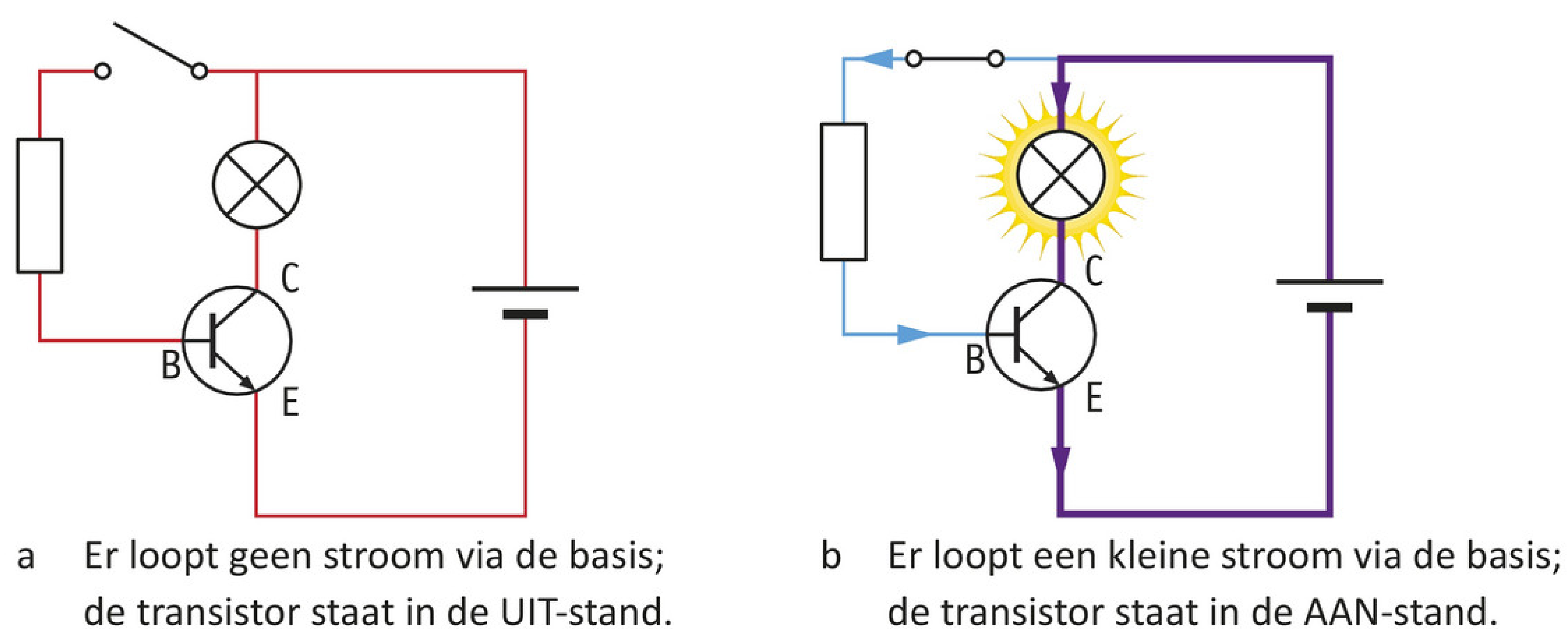


Door een transistor kunnen twee stromen lopen:
- van de basis naar de emitter,
- van de collector naar de emitter.

De stroom door de basis bepaalt of de transistor uit- of aanstaat.
- De transistor staat in de UIT-stand als de stroom door de basis nul of bijna nul is. Er kan dan ook geen stroom lopen van de collector naar de emitter (afbeelding 2a).
- De transistor staat in de AAN-stand als er een kleine stroom door de basis loopt. Er kan dan een veel grotere stroom lopen van de collector naar de emitter (afbeelding 2b). Zo kun je een apparaat aanzetten dat je op de collector hebt aangesloten.

De werking van een transistor lijkt op die van een relais: je gebruikt een kleine ‘schakelstroom’ (via B naar E) om een grote ‘apparaatstroom’ (via C naar E) in te schakelen. Maar de twee stroomkringen zijn niet volledig gescheiden, zoals bij een relais: ze komen in E weer bij elkaar.

afbeelding 2 Met een kleine schakelstroom kun je een grote apparaatstroom inschakelen.



a Er loopt geen stroom via de basis; de transistor staat in de UIT-stand.

b Er loopt een kleine stroom via de basis; de transistor staat in de AAN-stand.

SCHAKELEN MET EEN TRANSISTOR

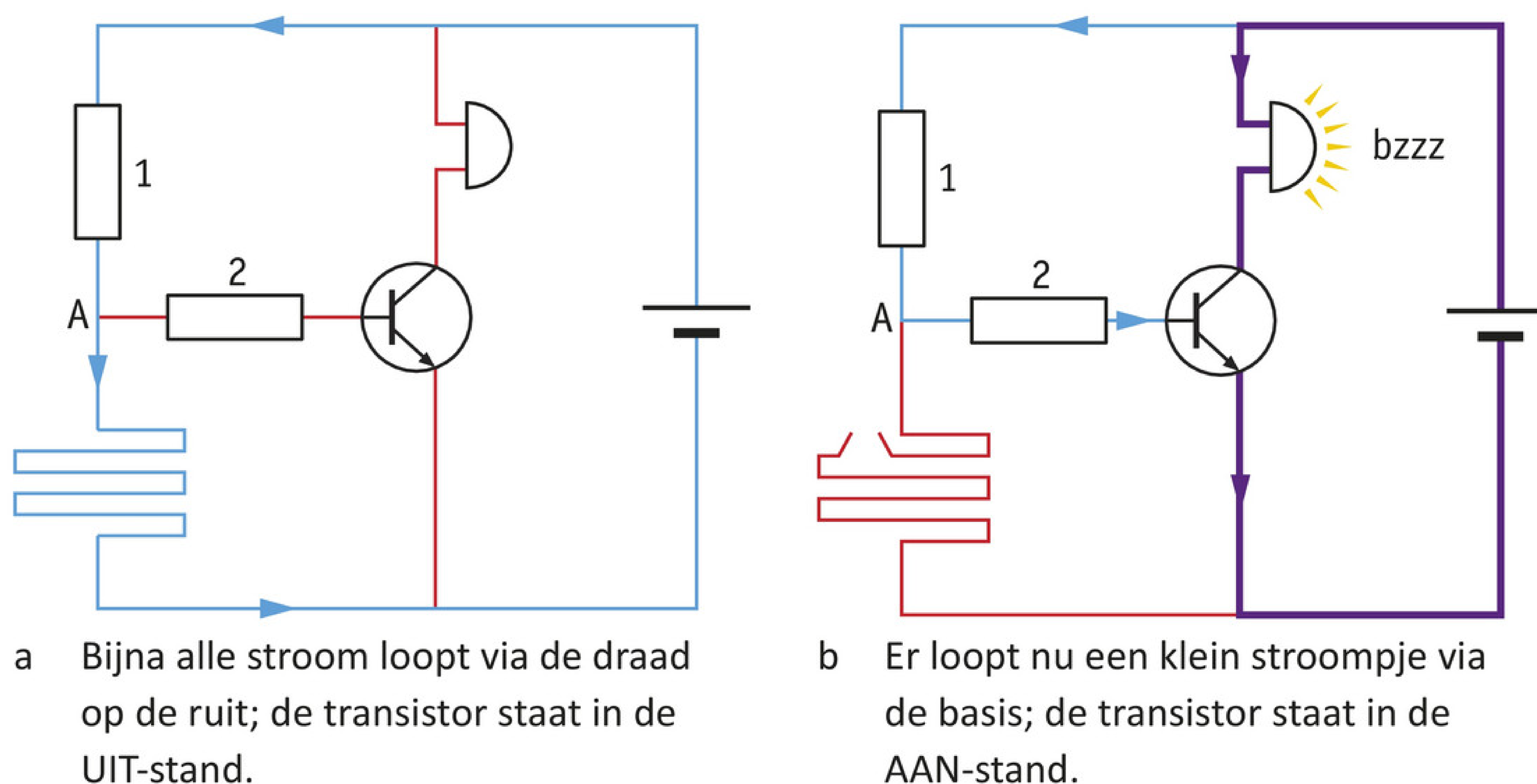
In afbeelding 3 zie je opnieuw een inbraakalarm met een draad op een ruit. De schakelaar is in dit geval niet een relais, maar een transistor. De draad op de ruit 'voert de stroom af', zodat de stroom niet via de basis van de transistor loopt. De weerstanden 1 en 2 zijn nodig om de stroomsterkte door de draad en door de basis van de transistor te begrenzen.

Zoals je in afbeelding 3a kunt zien, splitst de stroom zich bij A in tweeën. Het overgrote deel (meer dan 99,9%) loopt via de draad op de ruit terug naar de batterij. Door de basis (die een veel grotere weerstand heeft) loopt bijna geen stroom. Dit piepkleine stroompje is veel te zwak om de transistor in de AAN-stand te zetten. Daardoor kan er geen stroom lopen van C naar E. De zoemer staat uit.

In afbeelding 3b is de draad op de ruit kapotgegaan. De stroom kan alleen via de basis teruglopen naar de batterij. De stroom van B naar E is nu groot genoeg om de transistor te laten schakelen. Daardoor kan er een veel grotere stroom lopen van C naar E. De zoemer gaat aan.

De schakeling van afbeelding 3 is niet geschikt om er een zware sirene mee in te schakelen. De stroomsterkte die daarvoor nodig is, is te groot voor een transistor. Maar een zoemer kun je er prima mee schakelen.

afbeelding 3 Een alarminstallatie met een transistor.



a Bijna alle stroom loopt via de draad op de ruit; de transistor staat in de UIT-stand.

b Er loopt nu een klein stroompje via de basis; de transistor staat in de AAN-stand.

DE AUTOMATISCHE STRAATLANTAARN

PROEF 6+7

Een automatische straatlantaarn reageert op de hoeveelheid licht. Als het donker wordt, gaat hij aan; als het licht wordt, gaat hij uit. Met een transistor kun je een model van zo'n straatlantaarn bouwen. Als uitgangspunt gebruik je de schakeling van afbeelding 3. Om hem als straatlantaarn te laten werken, breng je twee veranderingen aan:

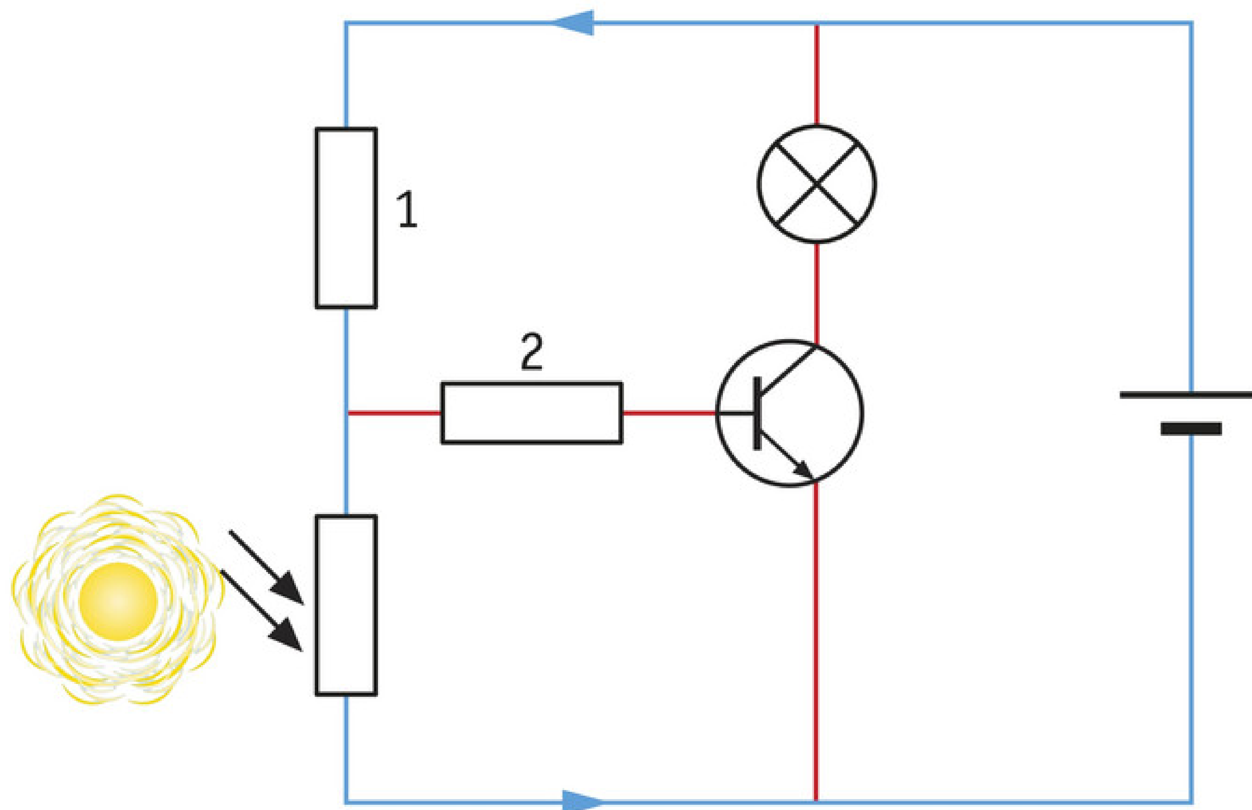
- je vervangt de draad op de ruit door een LDR (als sensor);
- je vervangt de zoemer door een lamp (als actuator).

In afbeelding 4 zie je het resultaat.

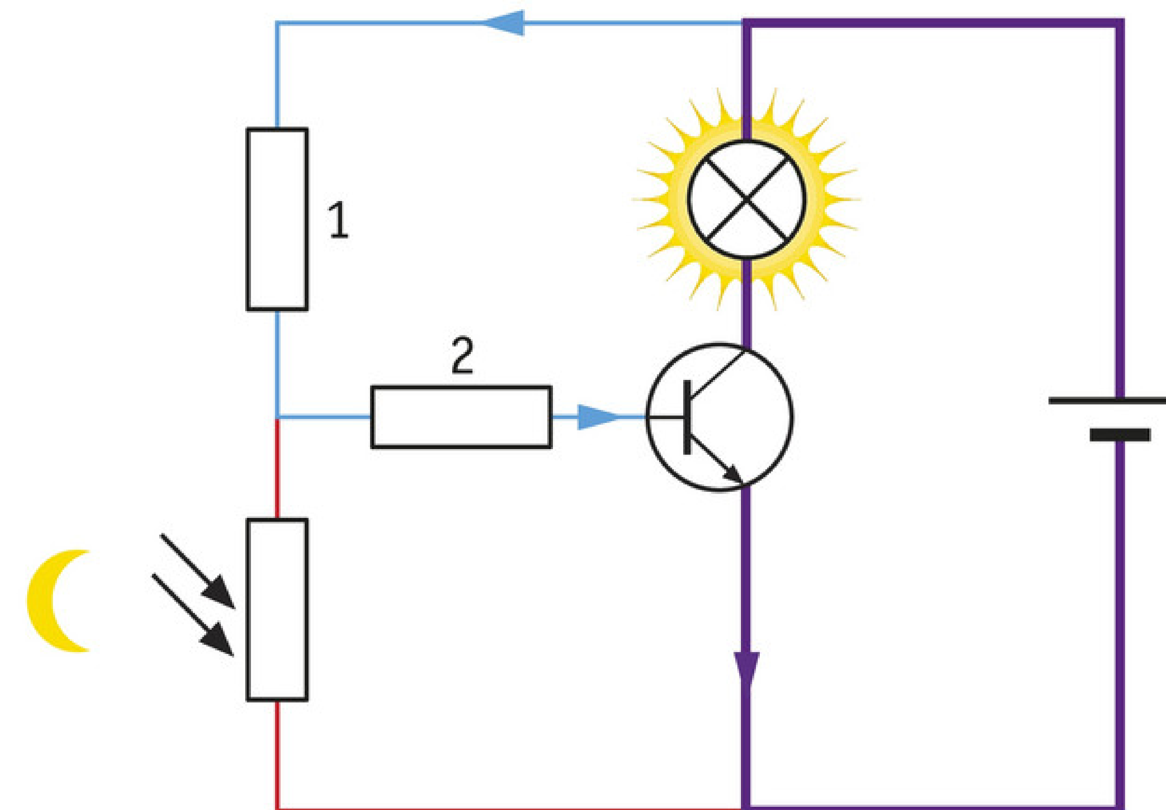
Als het licht is, is de weerstand van de LDR klein. Bijna alle stroom loopt dan via de LDR. Die werkt dan net als de draad op de ruit in afbeelding 3a. Doordat er bijna geen stroom door de basis loopt, blijft de transistor in de UIT-stand staan: de lamp brandt niet.

Als het donker wordt, neemt de weerstand van de LDR toe. Daardoor zal er steeds meer stroom door de basis gaan lopen. De transistor schakelt daardoor langzaam naar de AAN-stand. Dat betekent dat er steeds meer stroom door de lamp kan lopen. Als het donker is, brandt de lamp op volle sterkte.

afbeelding 4 Een automatische straatlantaarn.



a Bijna alle stroom loopt via de LDR; de transistor staat in de UIT-stand.



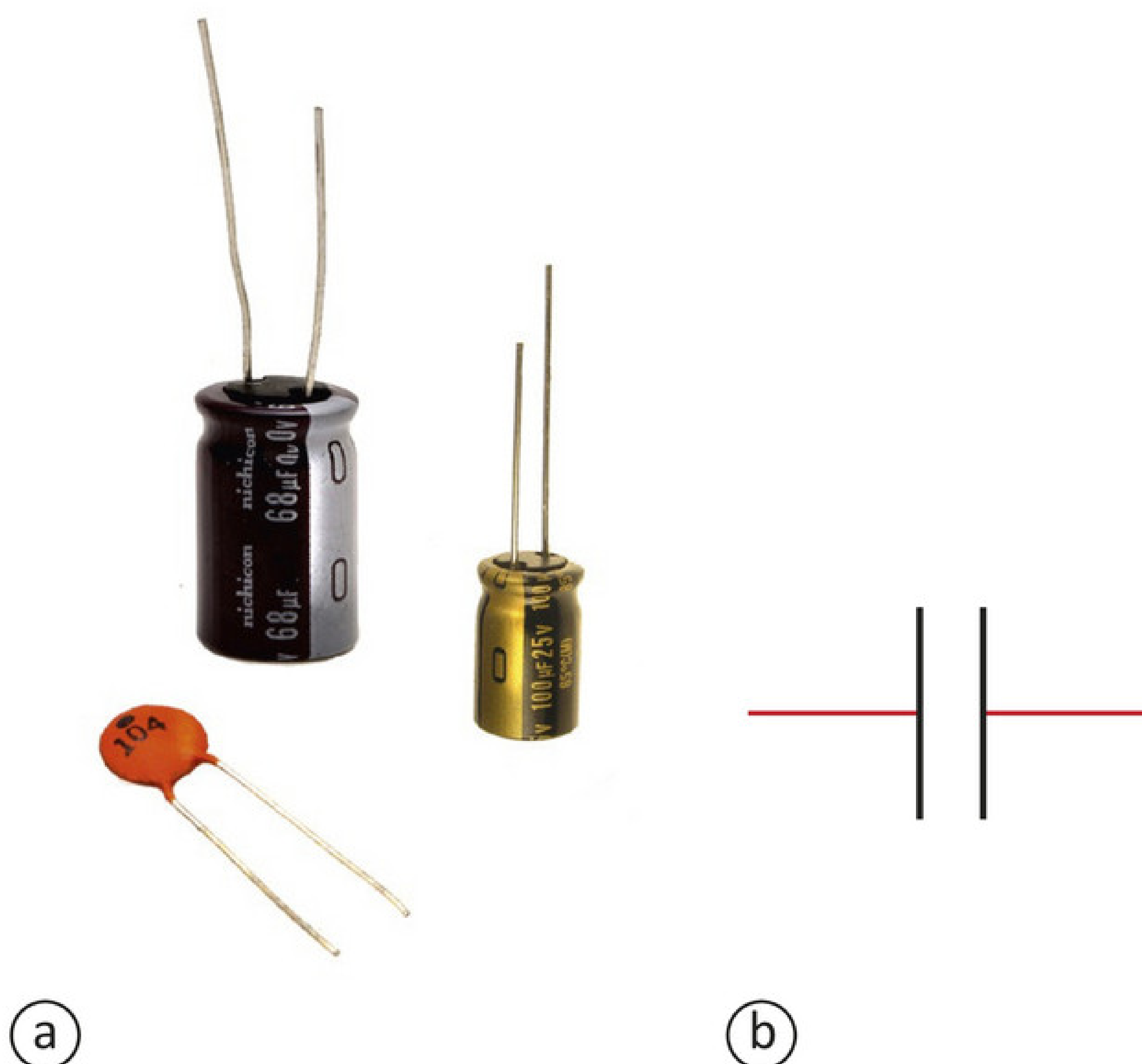
b Er loopt nu een klein stroompje via de basis; de transistor staat in de AAN-stand.

DE VENTILATORSCHAKELING

Het ontwerpen van een schakeling begint altijd met een probleem. Bijvoorbeeld: hoe kun je ervoor zorgen dat de ventilator in een toilet nog een poosje blijft werken, nadat een bezoeker het toilet heeft verlaten? Je kunt dit probleem oplossen met behulp van een schakelonderdeel dat een **condensator** heet (afbeelding 5).

Je kunt een condensator gebruiken om er elektrische energie in op te slaan. Daarvoor moet je hem aansluiten op de spanningsbron van je schakeling. Er loopt dan eventjes een stroom (de ‘laadstroom’) die de condensator oplaadt. Een condensator kan veel minder elektrische energie bevatten dan een herbruikbare (oplaadbare) batterij. Hij laadt veel sneller op dan een batterij, maar is ook veel sneller weer leeg.

afbeelding 5 Drie condensatoren (a) en het bijbehorende schakelsymbool (b).

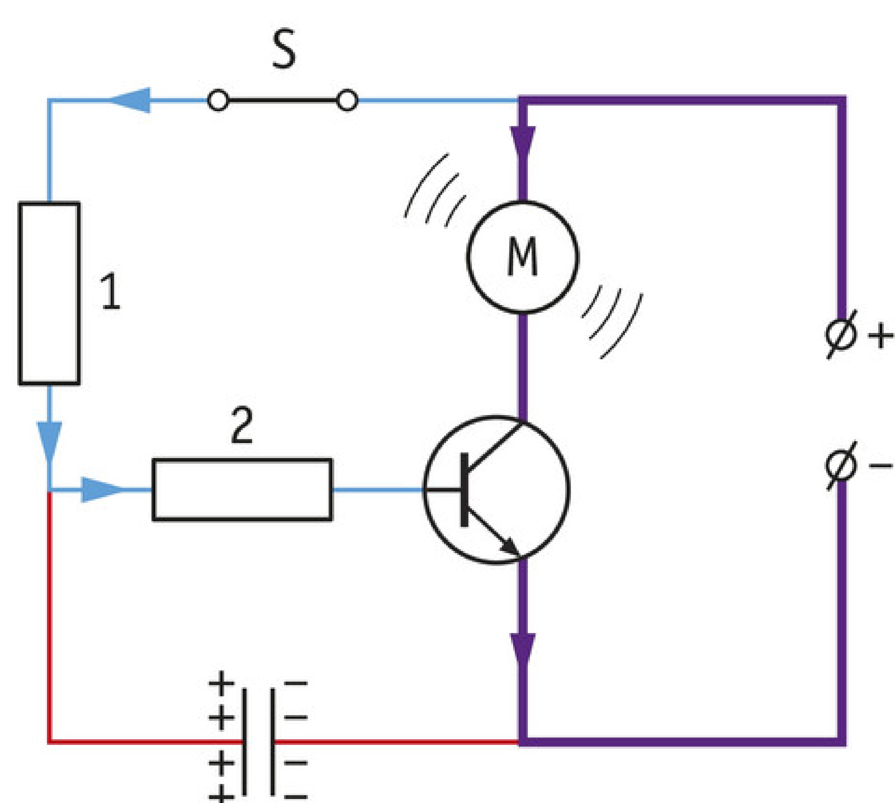


Het is geen goed idee om een ventilator rechtstreeks op een condensator aan te sluiten. De stroomsterkte door een ventilator is daarvoor veel te groot: de condensator zou in een fractie van een seconde leeg zijn. Dat lost het probleem niet op: je wilt dat de ventilator een paar minuten blijft werken.

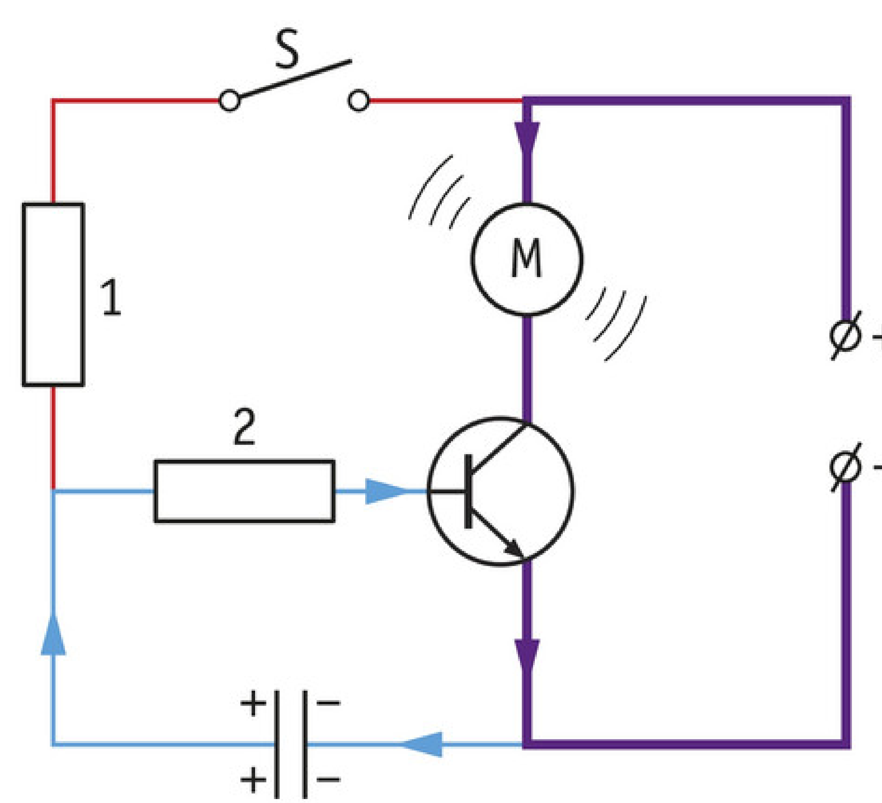
In afbeelding 6 zie je een schakeling die wel werkt.

- De condensator laadt op als je het licht in het toilet aandoet met schakelaar S (afbeelding 6a). De transistor schakelt tegelijk van UIT naar AAN: de ventilator begint te draaien.
- Na het toiletbezoek doe je het licht weer uit. De condensator ontlaadt dan via de basis van de transistor (afbeelding 6b). Omdat de stroomsterkte maar klein is, duurt dat wel even. Gedurende die tijd blijft de transistor in de AAN-stand staan en blijft de ventilator werken.

afbeelding 6 Een ontwerp voor een ventilatorschakeling.



a Als je de schakelaar S sluit, laadt de condensator in enkele seconden op.



b Als je de schakelaar S opent, ontlaadt de condensator weer via de basis.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Een transistor wordt vaak in een schakeling gebruikt.

a Hoeveel aansluitpunten heeft een transistor?

○ A 1
○ B 2
○ C 3

b Er loopt geen stroom van de basis naar de emitter.
Er kan dan *wel* / *geen* stroom van de collector naar de emitter lopen.

c Er loopt een kleine stroom van de basis naar de emitter.
Er kan dan een grote stroom van de *collector* / *basis* naar de emitter lopen.

2 Een transistor en een relais hebben voor- en nadelen.

a Schrijf drie voordelen van de transistor op.

....

....

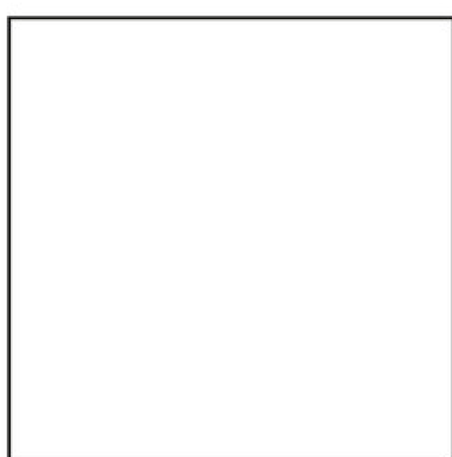
....

b Schrijf ook één nadeel van een transistor op.

....

....

3  Teken het symbool voor een condensator.



4

a Om een condensator op te laden, moet je hem aansluiten op de *spanningsmeter* / *spanningsbron* van je schakeling.

b Als de condensator aan het opladen is, loopt er een .... die de condensator binnen een paar seconden oplaadt.

c Je vergelijkt een condensator en een batterij.

De .... bevat de grootste hoeveelheid elektrische energie.

d Een condensator laadt *langzamer* / *sneller* op dan een batterij.

5 Hoe heten de drie aansluitpunten van de transistor?

1 ....

2 ....

3 ....

TOEPASSING

6 In afbeelding 7 zie je vier foto's van verschillende schakelonderdelen.

a Hoe heten de donkerblauwe schakelonderdelen in afbeelding 7a?

○ A condensatoren
○ B reedcontacten
○ C spoelen

b De schakelonderdelen met de gekleurde ringen in afbeelding 7b zijn ....

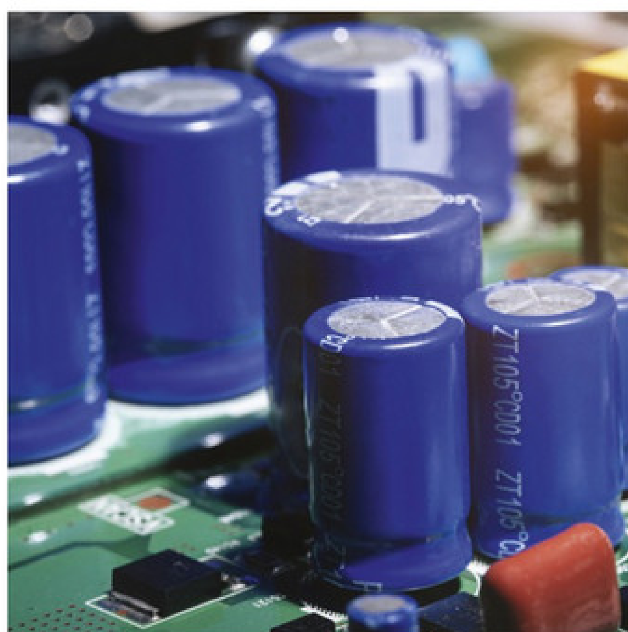
c Wat is de functie van de schakelonderdelen in afbeelding 7c?

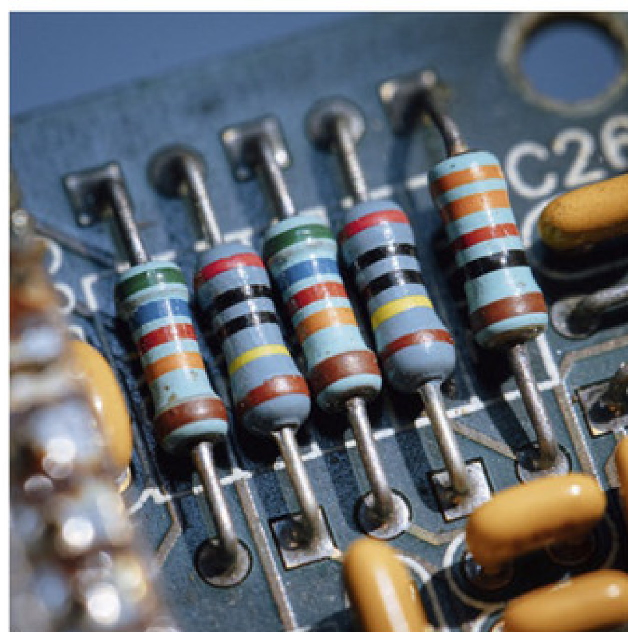
....

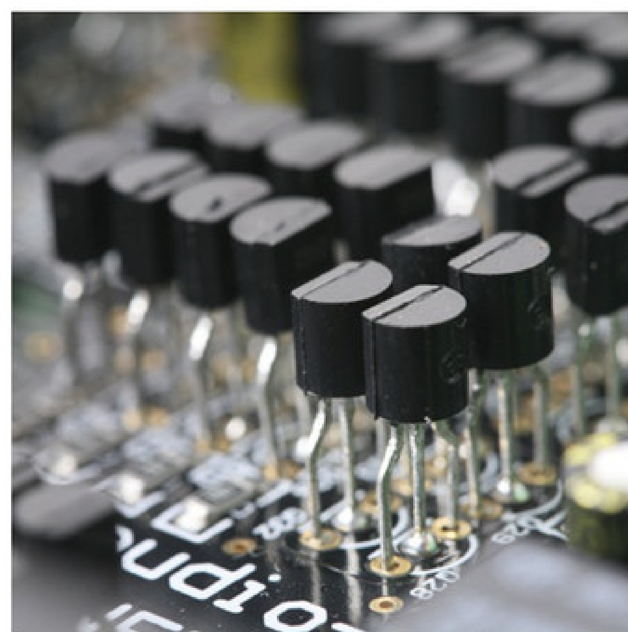
....

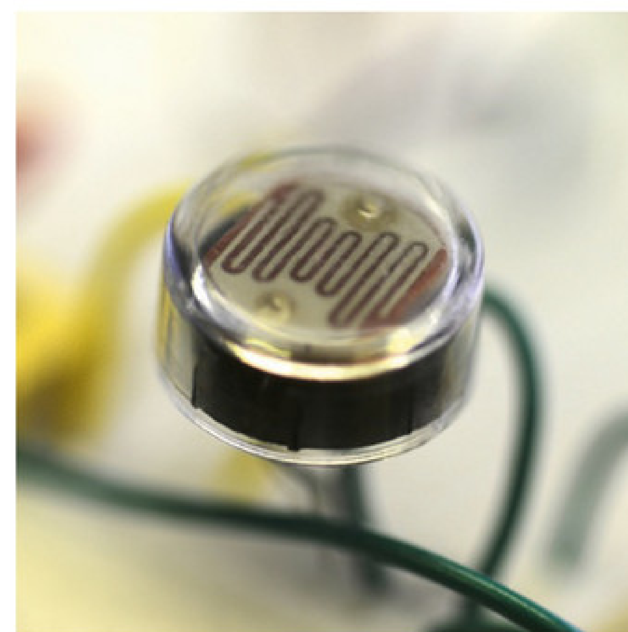
d Het schakelonderdeel met het doorzichtige venster in afbeelding 7d is een *LDR* / *NTC*.

afbeelding 7 Vier foto's van schakelonderdelen.


a


b


c


d

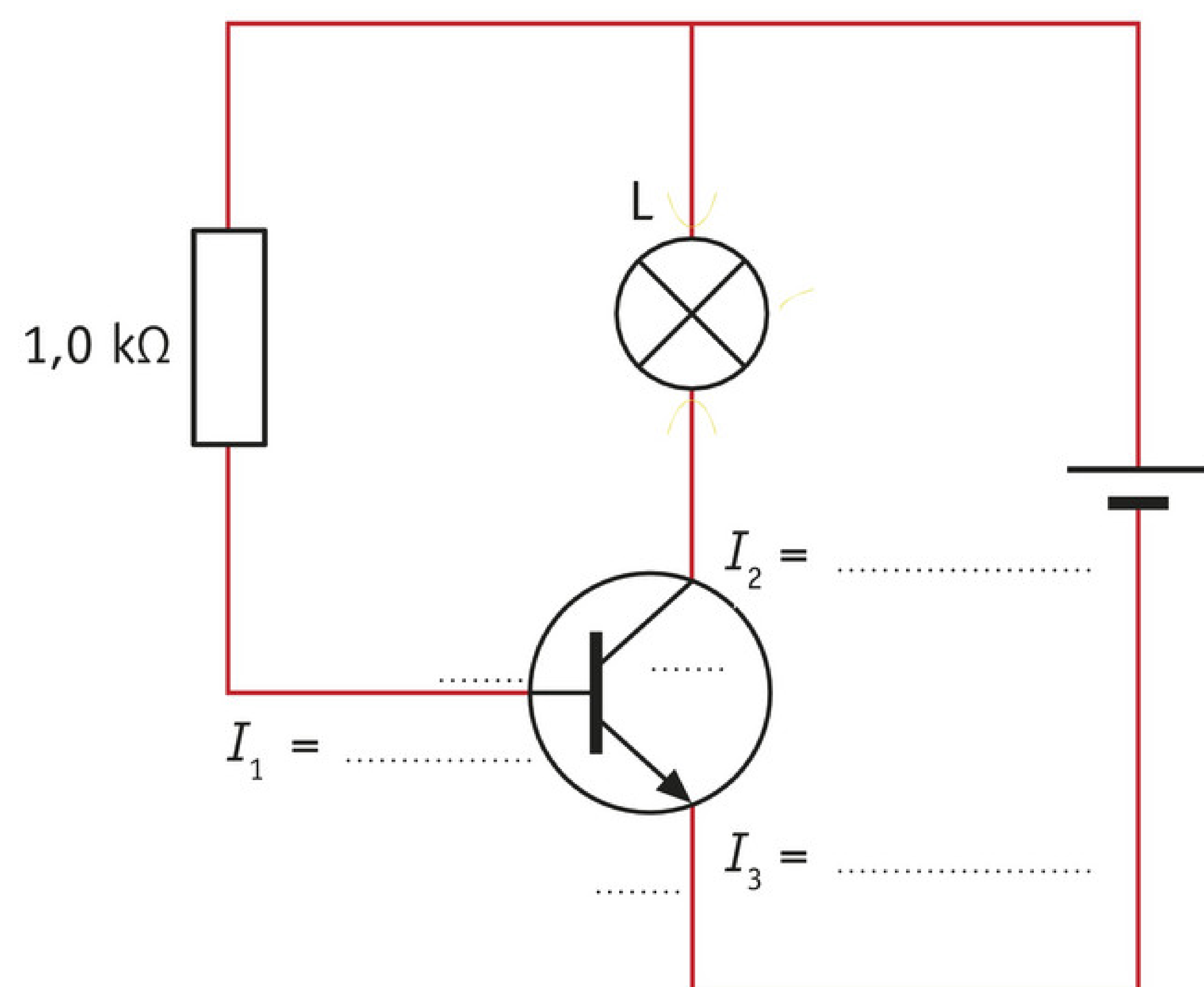
7  Irene maakt een schakeling om een transistor te testen. De schakeling zie je in afbeelding 8a.

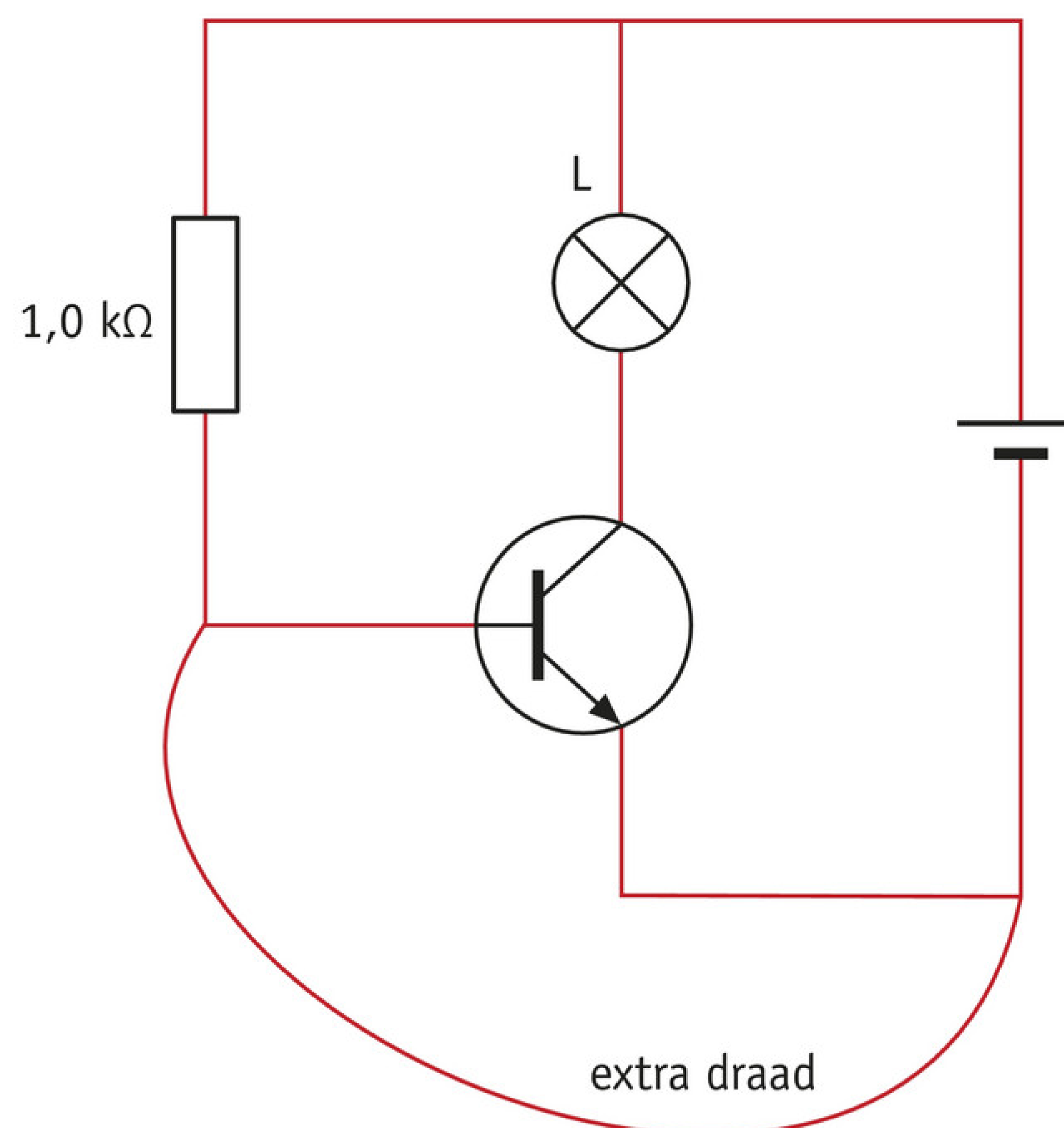
a Schrijf een B bij de basis, een C bij de collector en een E bij de emitter.

b Geef de stroomrichting in de schakeling aan door pijlen te tekenen in alle verbindingsdraden.

c Irene meet op drie plaatsen de stroomsterkte. Haar meetwaarden zijn: 2 mA, 89 mA en 91 mA.
Noteer deze stroomsterktes op de juiste plaats in afbeelding 8a.

afbeelding 8 Een eenvoudige transistorschakeling.





8 Kijk naar afbeelding 8b. Irene heeft een extra draad aangesloten.

a Leg uit wat er nu gebeurt in de schakeling.

....

....

....

b Als de extra draad is aangesloten, dan gaat het lampje *aan* / *uit*.

9 Boven een snelweg hangen borden waarop verkeersinformatie staat. Als het mistig is, dan laat het verkeersbord dat automatisch weten. In afbeelding 9 zie je de schakeling die de mistwaarschuwing aanzet.

a De sensor in deze schakeling is een ....

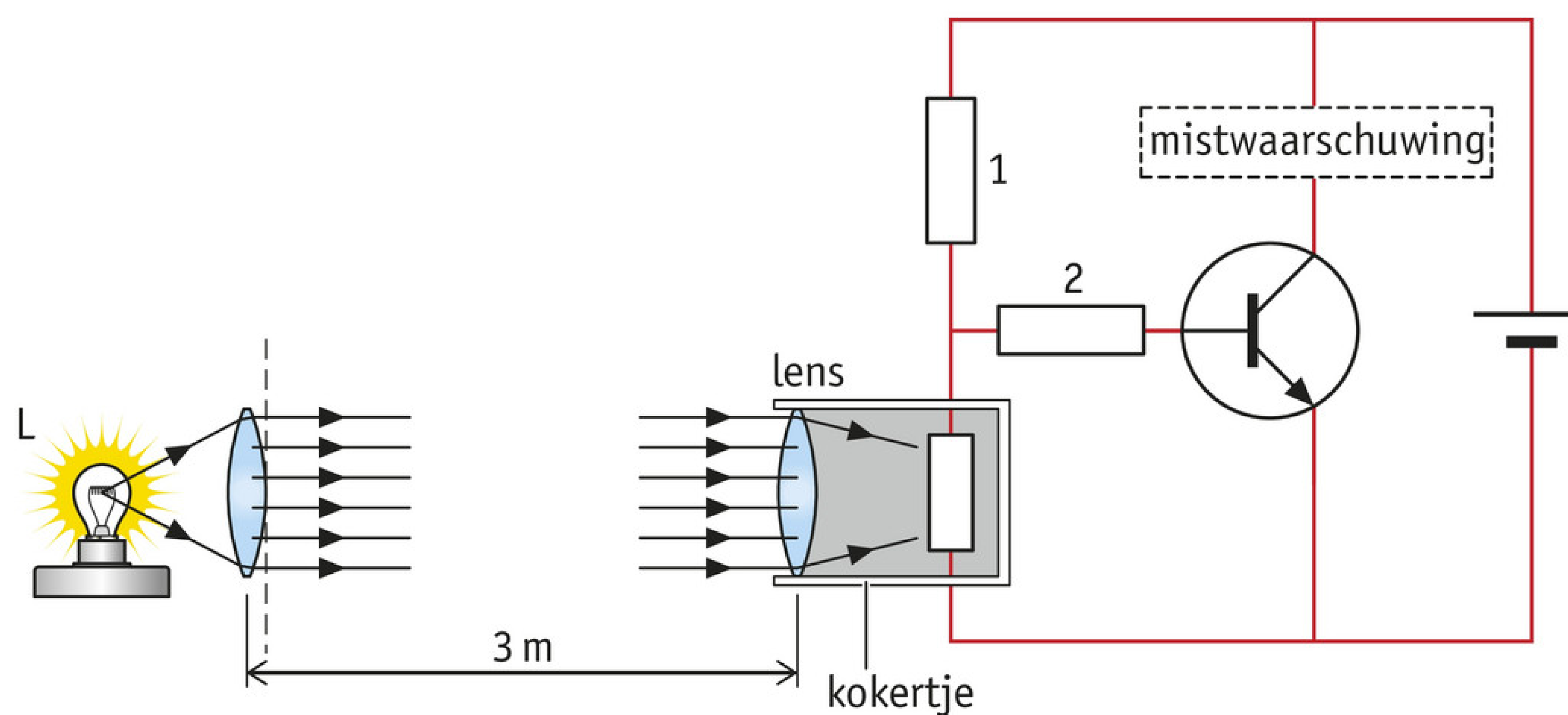
b De transistor moet de mistwaarschuwing inschakelen als de hoeveelheid licht op de LDR *boven* / *onder* een bepaalde grens komt.

c Waarom zit er een zwart kokertje om de LDR?

....

....

....



afbeelding 9 Zo worden automobilisten gewaarschuwd voor mist.

10  Computerchips worden heet. Computers hebben daarom een ventilator. Die blaast koele lucht over de computerchips. De schakeling in afbeelding 10 kan het toerental van zo'n ventilator automatisch regelen. Er mist alleen nog een geschikte sensor.

a De eis is: als de temperatuur stijgt, moet de weerstand van de sensor *groter* / *kleiner* worden.

b Wat gebeurt er in de transistor als de temperatuur stijgt?

○ A De stroomsterkte door de basis wordt groter en laat meer stroom door via C en E. De ventilator gaat draaien.

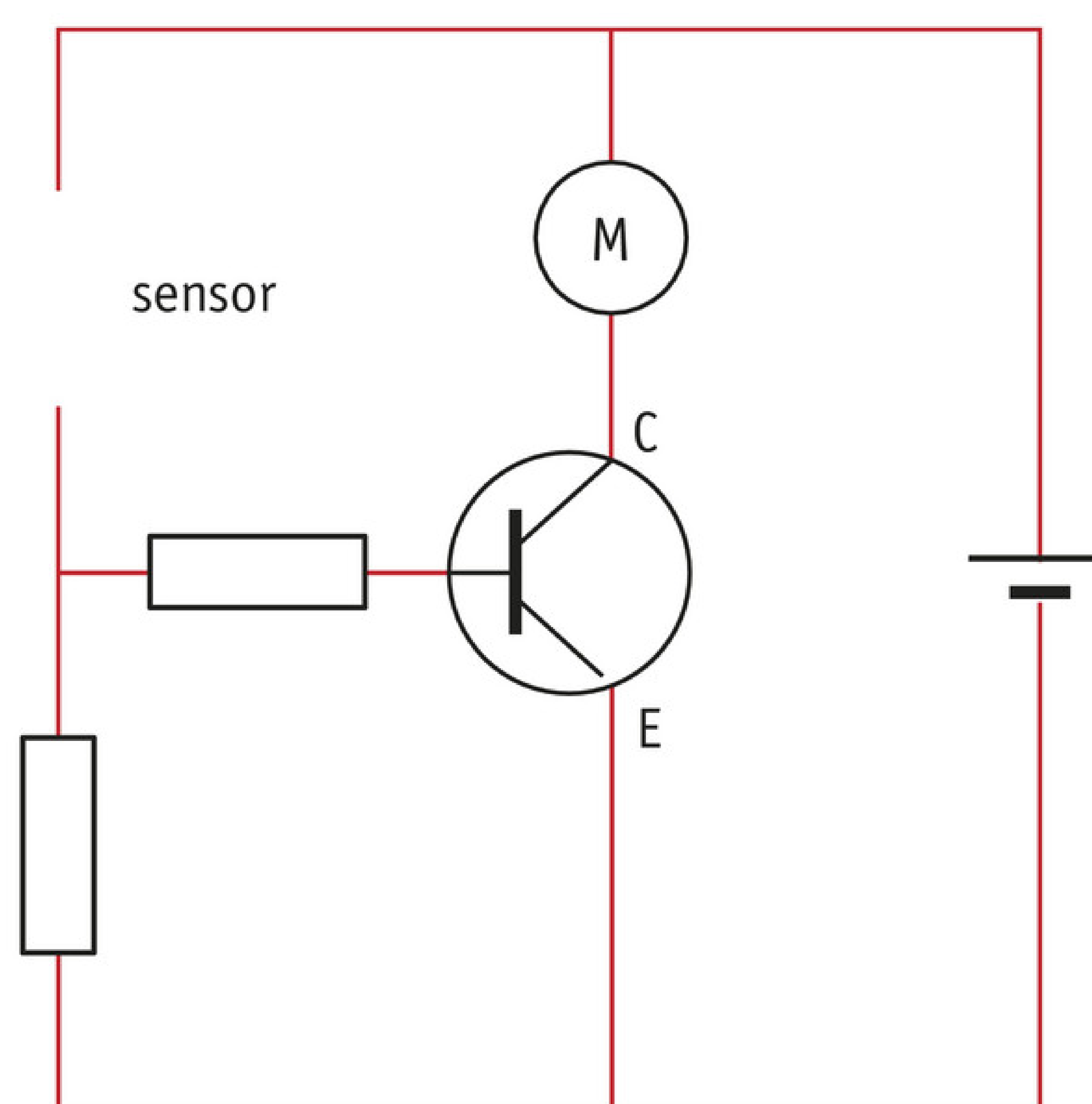
○ B De stroomsterkte door de basis wordt kleiner en laat minder stroom door via C en E. De ventilator gaat draaien.

○ C De stroomsterkte door de basis blijft gelijk en laat meer stroom door via C en E. De ventilator gaat draaien.

c Welk schakelonderdeel voldoet aan de eis van opdracht a?

....

d Teken het schakelsymbool van dit onderdeel in afbeelding 10.



afbeelding 10 Een ventilator die rekening houdt met de temperatuur.

11 Wieke heeft de schakeling van afbeelding 11 gemaakt. Als ze de schakelaar sluit, geeft het lampje meteen licht. Maar als ze de schakelaar daarna weer opent, gaat het lampje niet meteen weer uit.

a Na het openen van de schakelaar *geeft* / *neemt* de condensator nog even elektrische energie *af* / *op*.

b Wat gebeurt er met de spanning over de condensator nadat de schakelaar is geopend?

- ○ A De spanning neemt af.
- ○ B De spanning blijft gelijk.
- ○ C De spanning neemt toe.

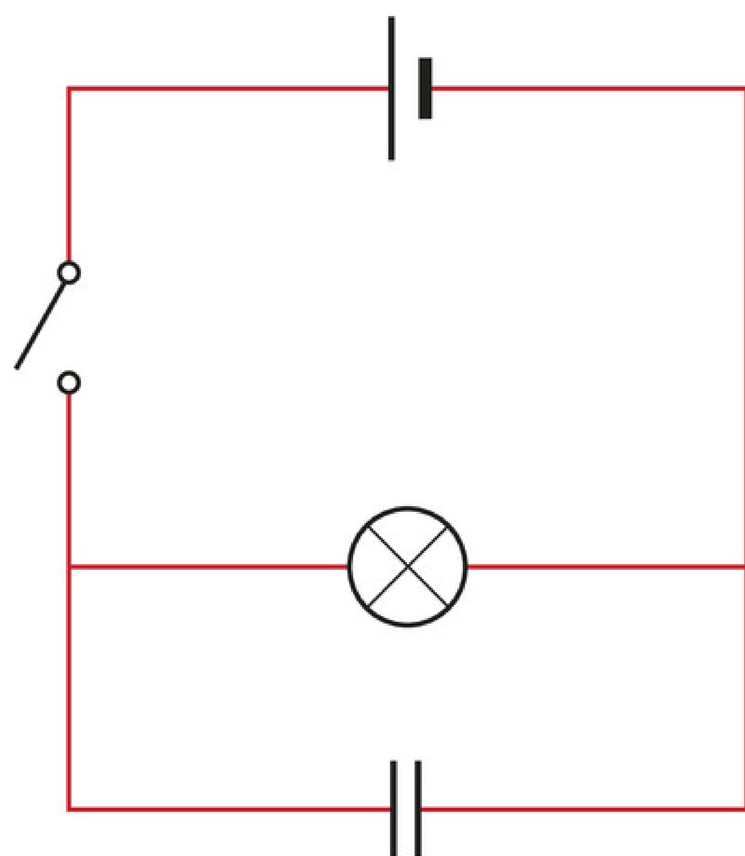
c Wieke doet de proef nog eens, maar nu met een ander type lampje. Verder verandert ze niets aan de schakeling. Het valt haar op dat het nieuwe lampje na het openen van de schakelaar veel langer blijft branden dan het oude lampje.
Geef hiervoor een verklaring.

....

....

....

....



afbeelding 11 De schakeling van Wieke.

12 Jorrit doet een computerproef met de schakeling van afbeelding 12. Eerst laat hij de condensator opladen. Dan zet hij de schakelaar S om, zodat de condensator weer ontlaadt. Tijdens het ontladen laat hij de spanning door de computer meten.

a Om de condensator op te laden moet Jorrit de schakelaar in stand .... zetten.

b Om de condensator te ontladen moet Jorrit de schakelaar in stand .... zetten.

c Jorrit voert deze proef drie keer uit, met drie verschillende condensatoren: A, B en C. Na afloop laat hij de computer de grafieken tekenen van de drie proeven (afbeelding 13). Condensator B doet er 5 seconden over om te ontladen van 24 V naar 3 V.
Hoelang doen de andere twee condensatoren hierover?

condensator A: ....

condensator C: ....

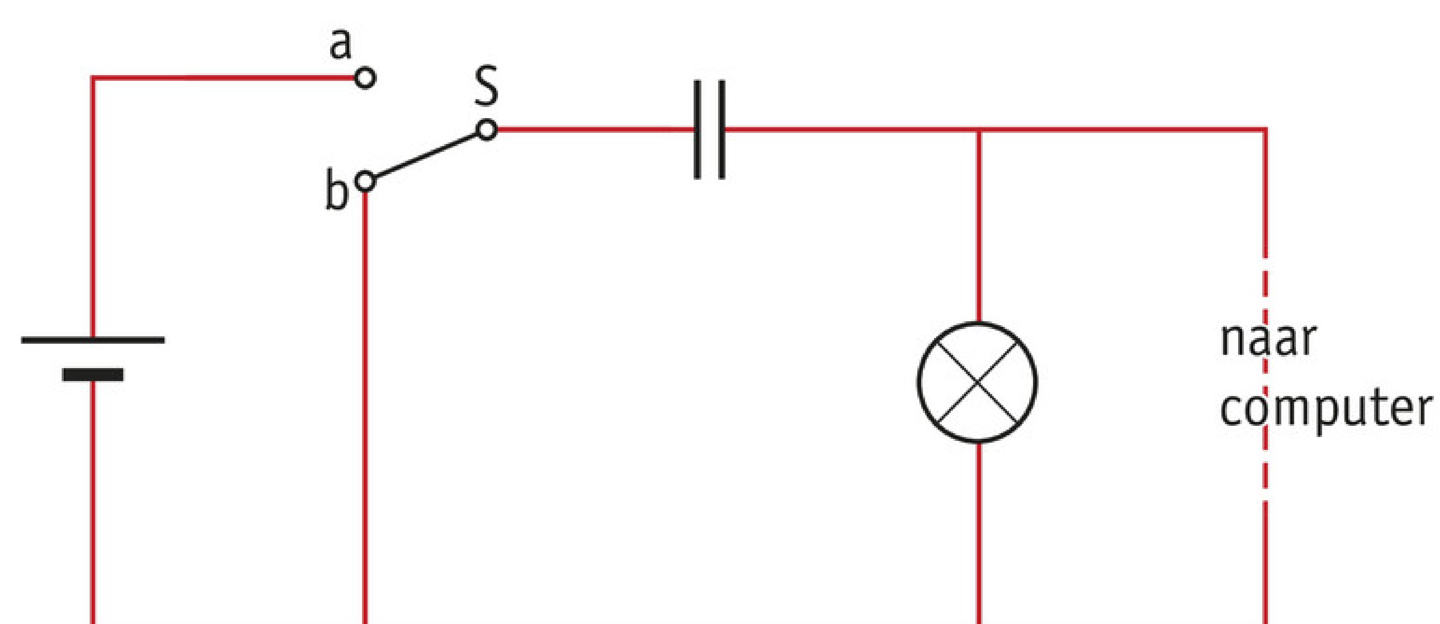
d Welke condensator kan het lampje het langst laten branden?

condensator ....

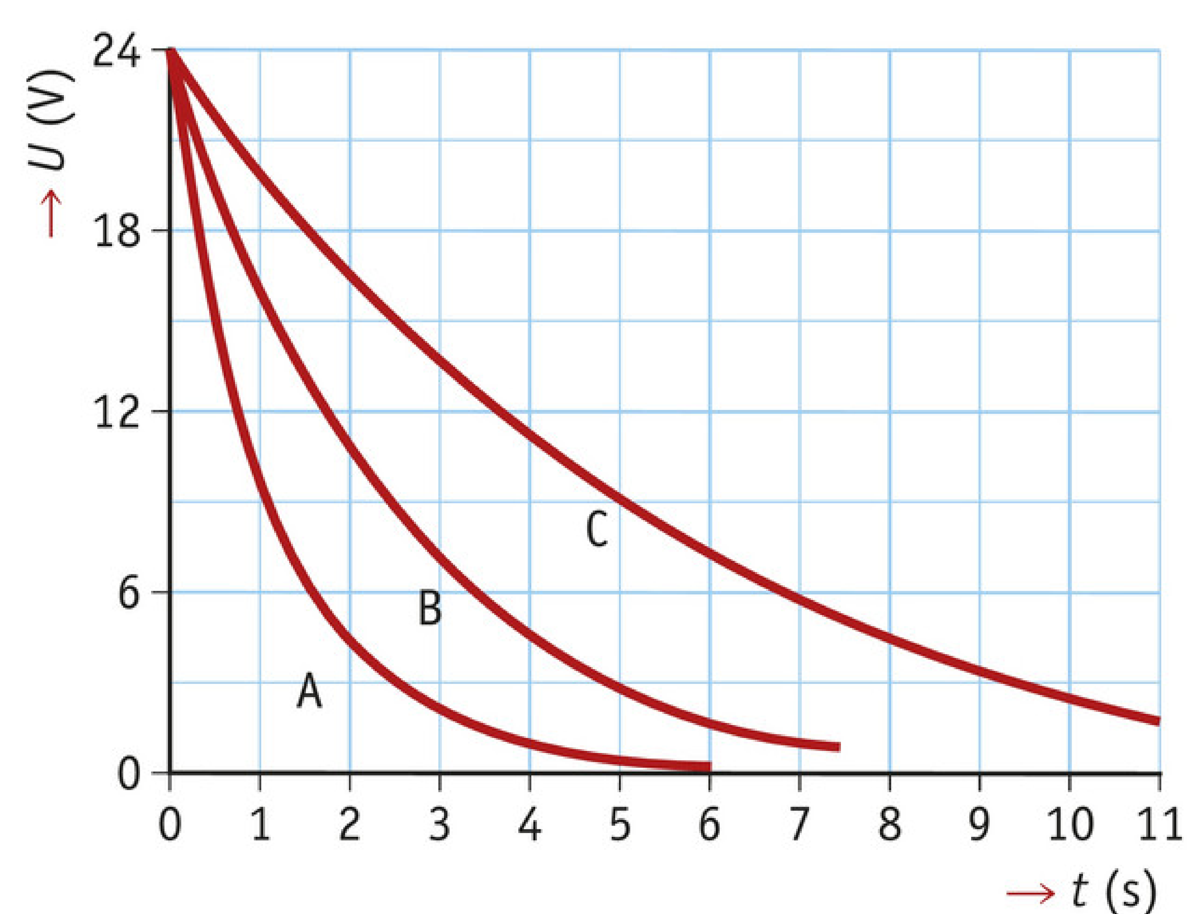
e Het lampje geeft geen licht meer als de spanning tot 10 V is gedaald.
Hoelang kan het lampje op zijn hoogst blijven branden?

....

....



afbeelding 12 De proef van Jorrit.



afbeelding 13 Drie ontlaadgrafieken van condensatoren.

★ 13 In afbeelding 14a zie je een rookmelder in de vorm van een vogel. In de rookmelder zit een LDR. In afbeelding 14b zie je het schakelschema van de rookmelder.

a Kies in elke zin de juiste mogelijkheid.

- Er is rook voor de LDR. De weerstand van de LDR neemt *af* / *toe*.
- Er loopt dan meer stroom door *weerstand 2* / *de LDR*.
- Door de transistor loopt *geen stroom* / *een stroom van de basis naar de collector* / *een stroom van de collector naar de emitter.*
- De zoemer maakt *wel* / *geen* geluid.

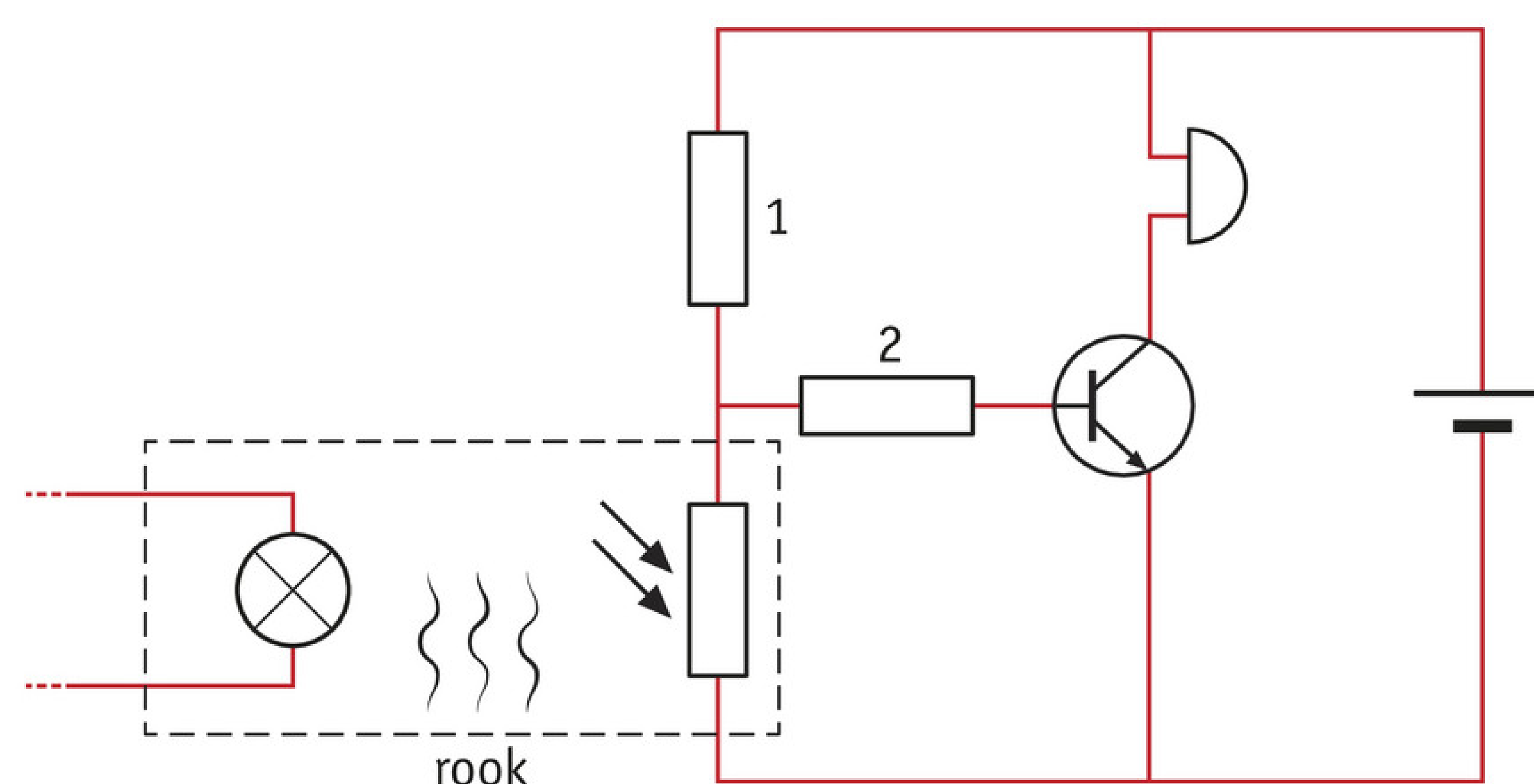
b Op de rookmelder zit een testknop om de batterij te testen. Bij het indrukken van deze knop onderbreek je een stroomkring en maakt de zoemer geluid. In afbeelding 15 zijn vier plaatsen aangegeven waar je deze testknop zou kunnen aanbrengen.
Op welke plaats zit deze testknop?

○ A plaats 1
○ B plaats 2
○ C plaats 3
○ D plaats 4

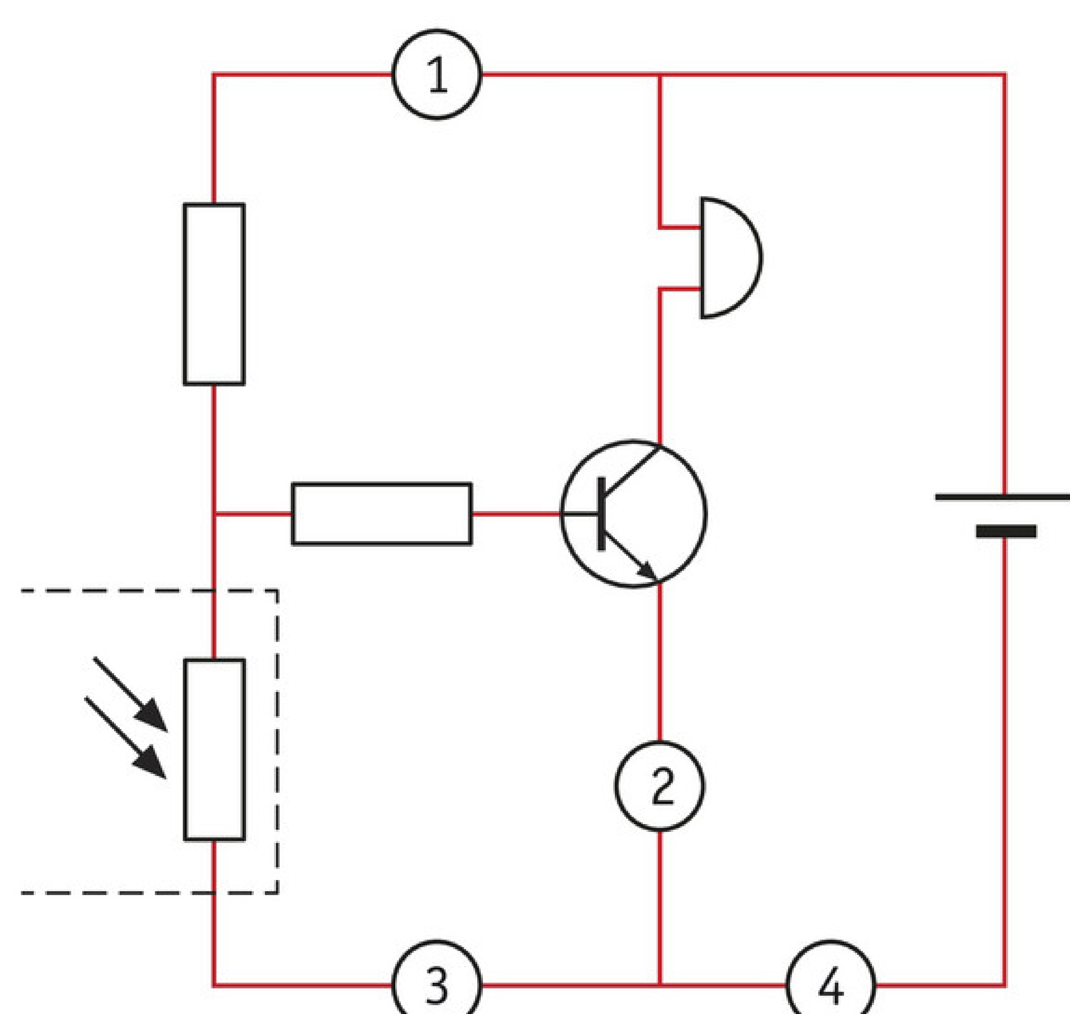
naar: examen 2017-I vmbo-gt

afbeelding 14 Een rookmelder in de vorm van een vogel.


(a)



(b)



afbeelding 15 Op welke plaats moet je de testknop aanbrengen?

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 WERKEN MET WEERSTANDEN

15 minuten

Inleiding

Weerstanden gebruik je vaak om de stroomsterkte in een schakeling omlaag te brengen. Een lampje met een te kleine weerstand schakel je bijvoorbeeld in serie met een ‘voorschakelweerstand’. De totale weerstand wordt dan groter en de stroomsterkte kleiner. Zo kun je voorkomen dat het lampje doorbrandt.

Doel

Je kijkt wat er gebeurt als je verschillende weerstanden in serie schakelt met een lampje.

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ 3 snoeren
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ lampje
- ☐ 3 weerstanden

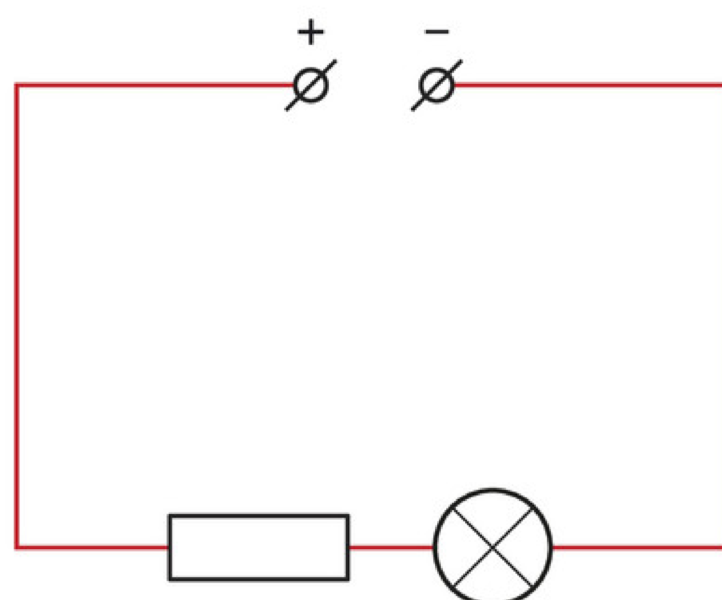
Uitvoeren en uitwerken

- Bekijk de drie weerstanden.

1 Noteer de waarde van de drie weerstanden, van klein naar groot.

- weerstand 1: ....
- weerstand 2: ....
- weerstand 3: ....

- Maak de schakeling van afbeelding 1 met weerstand 1.
  Je leraar vertelt je op welke spanning je het voedingskastje moet instellen.



afbeelding 1 De schakeling van proef 1.

2 Hoe brandt het lampje?
fel / gewoon / zwak / helemaal niet

- Zet het voedingskastje uit.
- Vervang weerstand 1 door weerstand 2.
- Zet het voedingskastje weer aan.

3 Hoe brandt het lampje nu?
fel / *gewoon* / *zwak* / *helemaal niet*

4 Voorspel wat je zult zien als je weerstand 2 door weerstand 3 vervangt.

....

....

- Controleer je voorspelling door weerstand 2 te vervangen door weerstand 3.

5 Wat zag je?
Klopte dat met je voorspelling?

....

....

....

....

6 Maak de volgende conclusie af.

Hoe groter de weerstand die in serie met het lampje staat, des te ....

het lampje brandt.

PROEF 2 HET (*I*,*U*)-DIAGRAM VAN EEN WEERSTAND

30 minuten

Inleiding

Als je de spanning in een schakeling verandert, verandert de stroomsterkte ook. Door metingen te doen, kun je ontdekken hoe de stroomsterkte precies verandert. Je maakt de spanning stap voor stap groter en kijkt elke keer hoe groot de stroomsterkte dan wordt.

Doel

Bij deze proef voer je zo'n onderzoek uit bij een weerstand. De onderzoeksvraag luidt: *Welk verband bestaat er bij een weerstand tussen de stroomsterkte en de spanning?*

Nodig

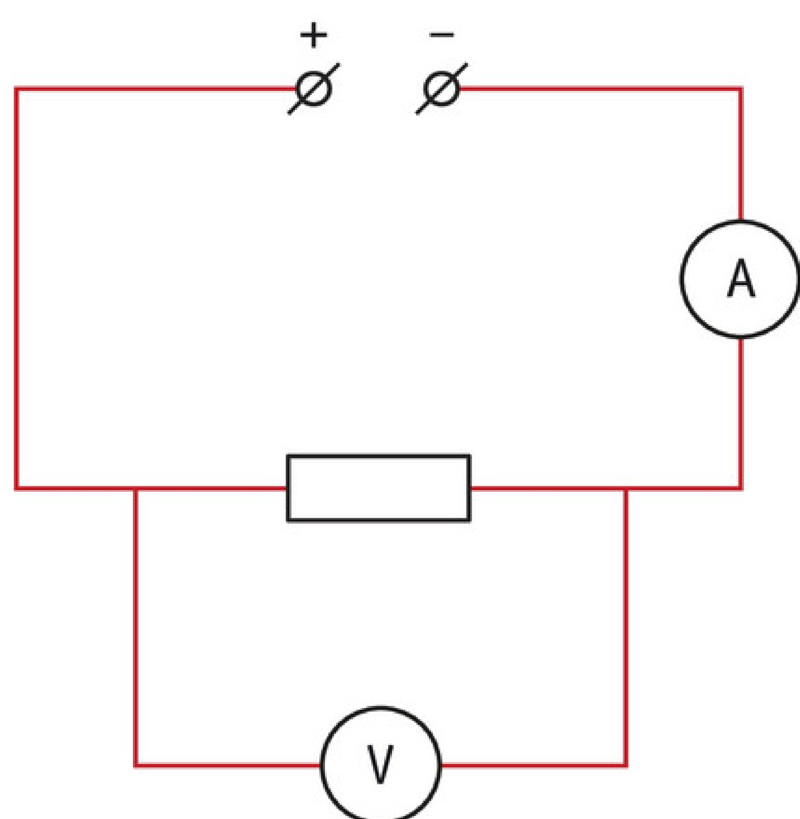
- ☐ voedingskastje
- ☐ spanningsmeter
- ☐ stroommeter
- ☐ weerstand
- ☐ snoeren

Uitvoeren



Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.

- Bouw de opstelling van afbeelding 2.
- Draai de spanning omhoog, tot de spanningsmeter 1,0 V aangeeft.



afbeelding 2 De opstelling van proef 2.

1 Lees de stroomsterkte af op de stroommeter.
Noteer de stroomsterkte in tabel 1.

- Maak de spanning hierna telkens 1,0 V groter.

2 Lees steeds de bijbehorende stroomsterkte af.
Noteer de meetwaarden elke keer in tabel 1.

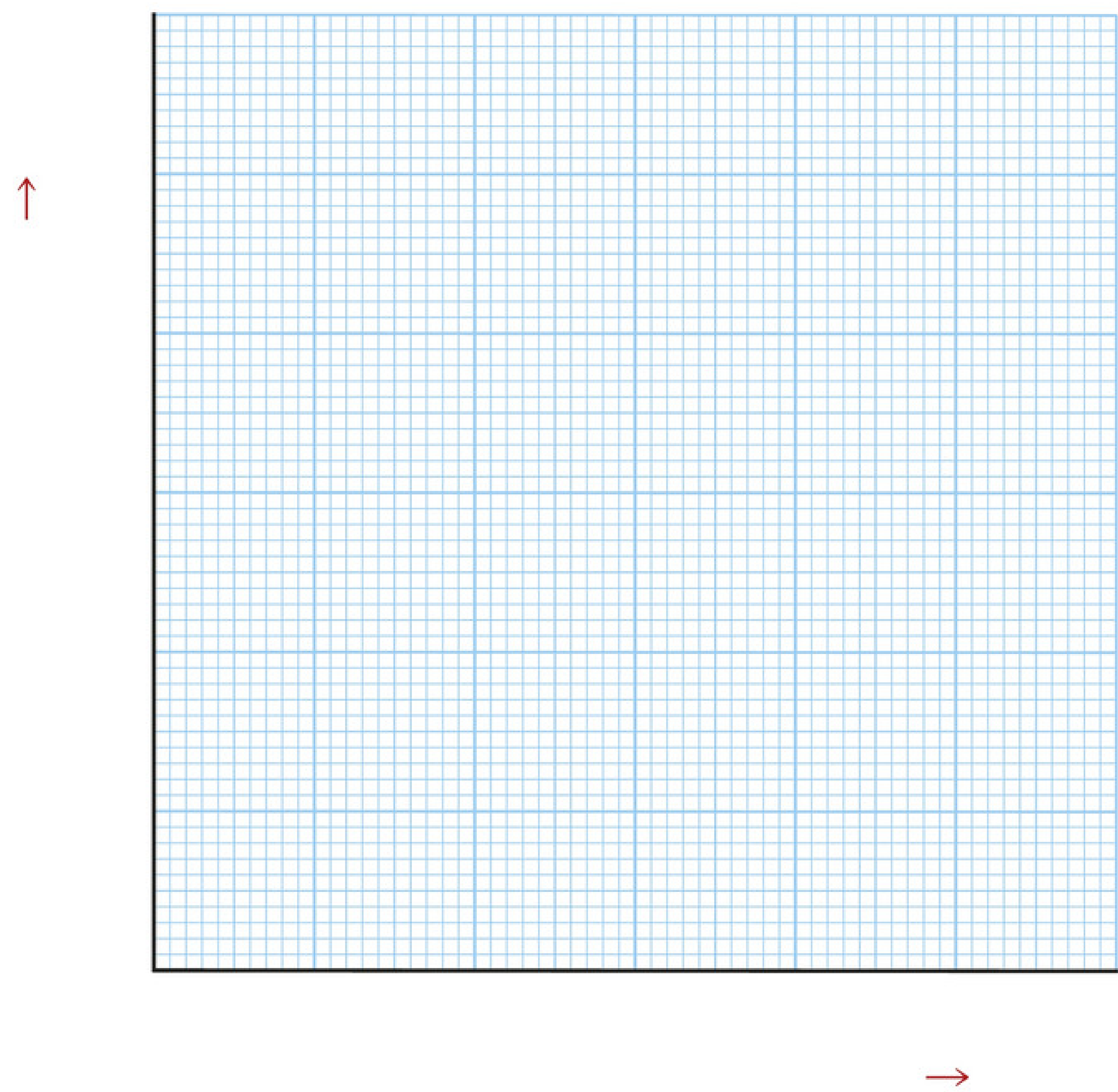
- Ga hiermee door tot de spanning 6,0 V is.

tabel 1 De meetresultaten van proef 2.

nr.	*U* (V)	*I* (A)	*R* (Ω)
1	1,0		
2	2,0		
3	3,0		
4	4,0		
5	5,0		
6	6,0		

Uitwerken

3 Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.
Teken in afbeelding 3 een grafiek van deze proef. Zo'n grafiek noem je een (*I*,*U*)-diagram.



afbeelding 3 Het (*I*,*U*)-diagram van een weerstand.

4 Zie de vaardigheid *Verbanden meten*.
Welke bewering is juist?
- ○ A Het verband tussen spanning en stroomsterkte is evenredig.
- ○ B De stroomsterkte neemt sneller toe dan bij een evenredig verband.
- ○ C De stroomsterkte neemt langzamer toe dan bij een evenredig verband.

5 Bereken hoe groot de weerstand bij elke meting was. Rond de uitkomsten af en noteer ze in de vierde kolom van tabel 1.

6 Wat valt je op als je de berekende weerstandswaarden met elkaar vergelijkt?

....

....

....

....

De volgende proef staat in de online leeromgeving. Je leraar beslist of de proef wordt uitgevoerd.

PROEF 3 WEERSTANDEN CONTROLEREN

30 minuten

Doel
Je onderzoekt of de informatie op elektronicaweerstanden klopt met de werkelijkheid. De onderzoeksvraag luidt:
Geeft de kleurcode op de weerstanden de weerstandswaarde juist aan?

PROEF 4 EEN NTC ONDERZOEKEN

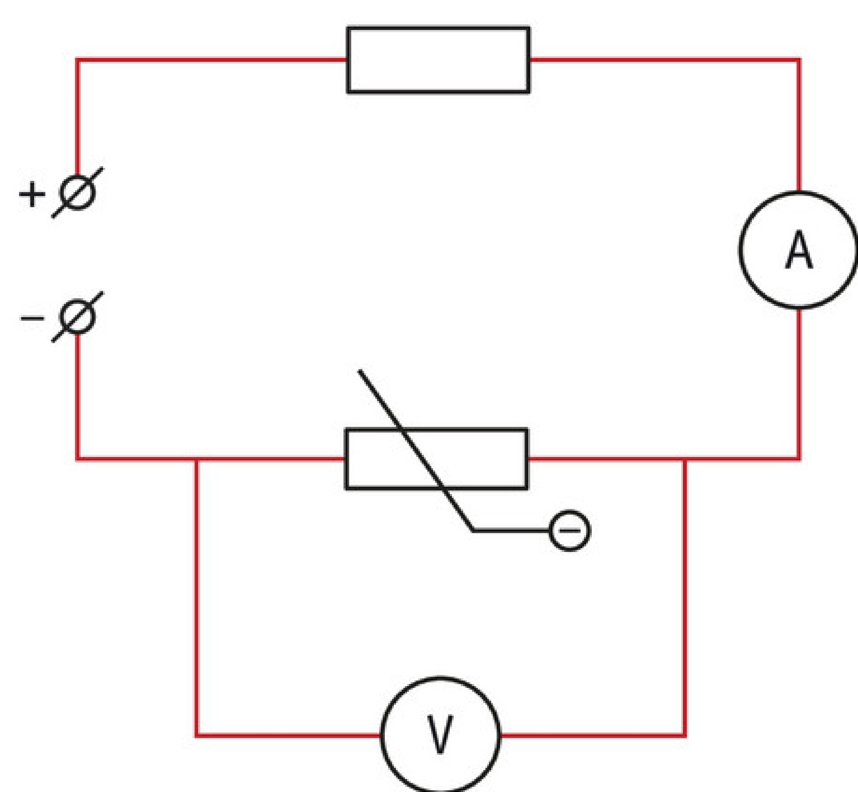
15 minuten

Inleiding
Een NTC is een weerstand die gevoelig is voor de temperatuur. Daardoor kun je een NTC als temperatuursensor gebruiken.

Doel
Je onderzoekt hoe de weerstand van een NTC verandert als je hem verwarmt.

Nodig
- ☐ voedingskastje
- ☐ 6 snoeren
- ☐ NTC-weerstand
- ☐ gewone weerstand
- ☐ stroommeter
- ☐ spanningsmeter
- ☐ bekerglas met water van 50 °C

Uitvoeren
- Maak de schakeling van afbeelding 4.
  Je leraar vertelt je op welke spanning je het voedingskastje moet instellen.



afbeelding 4 De schakeling van proef 4.

- Lees de spanningsmeter en de stroommeter af.

1 Noteer de spanning en de stroomsterkte.

U = ...

I = ...

- Verwarm de NTC met je hand.

2 Noteer de spanning en de stroomsterkte.

U = ...

I = ...

- Houd de NTC in een bekerglas met water van 50 °C.

3 Noteer de spanning en de stroomsterkte.

U = ...

I = ...

Uitwerken

4 Bereken hoe groot de weerstand van de NTC de eerste keer was.

....

....

....

5 Bereken hoe groot de weerstand van de NTC de tweede keer was.

....

....

....

6 Bereken hoe groot de weerstand van de NTC de derde keer was.

....

....

....

7 Hoe verandert de weerstand van de NTC als de temperatuur stijgt?

....

....

....

PROEF 5 SCHAKELEN MET EEN RELAIS

30 minuten

Inleiding

Een relais is een automatische schakelaar die werkt met een elektromagneet. Als je een relais gebruikt, maak je altijd twee stroomkringen: één voor de elektromagneet (stroomkring 1) en één voor het apparaat (stroomkring 2).

Doel

Bij deze proef zie je hoe een relais werkt. Je sluit een lampje aan op het relais en laat het relais daarna schakelen. Dat doe je twee keer: één keer met het maakcontact en één keer met het breekcontact.

Nodig

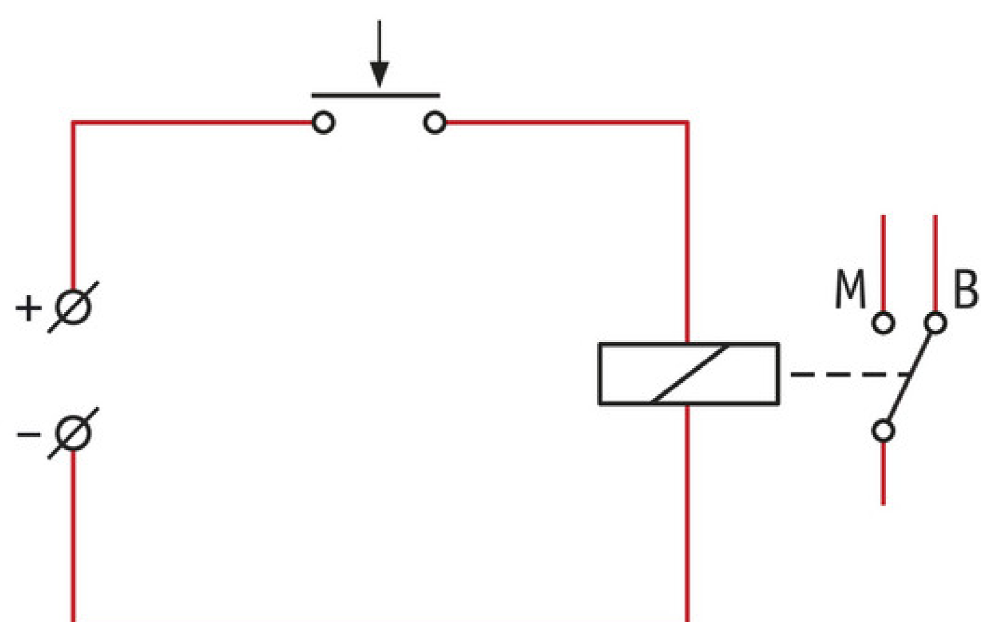
- ☐ voedingskastje met instelbare spanning
- ☐ 6 snoeren
- ☐ relais
- ☐ batterij
- ☐ lampje in fitting
- ☐ drukschakelaar

Uitvoeren en uitwerken



Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.

- Maak de schakeling van afbeelding 5. Stel de spanning in op 0 V.



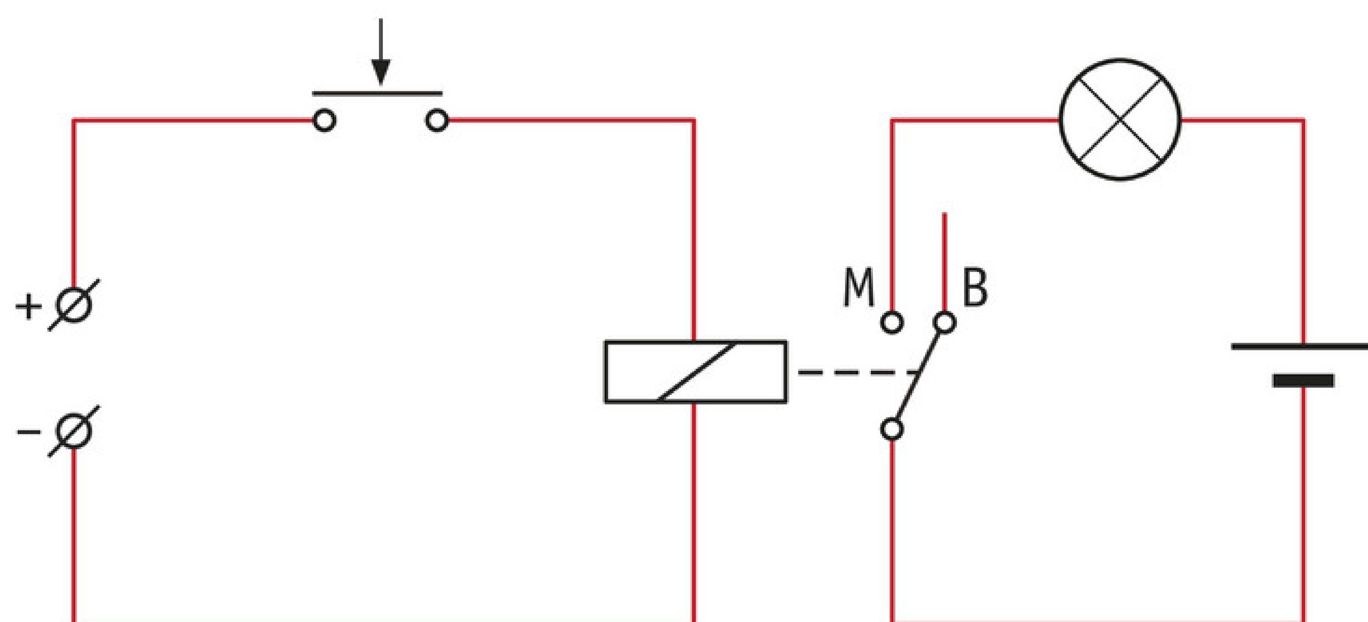
afbeelding 5 Eerst maak je stroomkring 1.

- Houd de schakelaar ingedrukt. Maak de spanning langzaam groter, tot je een klik hoort. Dat betekent dat het relais schakelt.

1 Noteer de spanning.

U = ...

- Verander niets meer aan de spanning van het voedingskastje.
- Sluit het lampje en de batterij op het relais aan zoals in afbeelding 6.



afbeelding 6 Daarna voeg je stroomkring 2 toe.

2 Wat gebeurt er als je de schakelaar indrukt?

....

....

....

3 Wat gebeurt er als je de schakelaar weer loslaat?

....

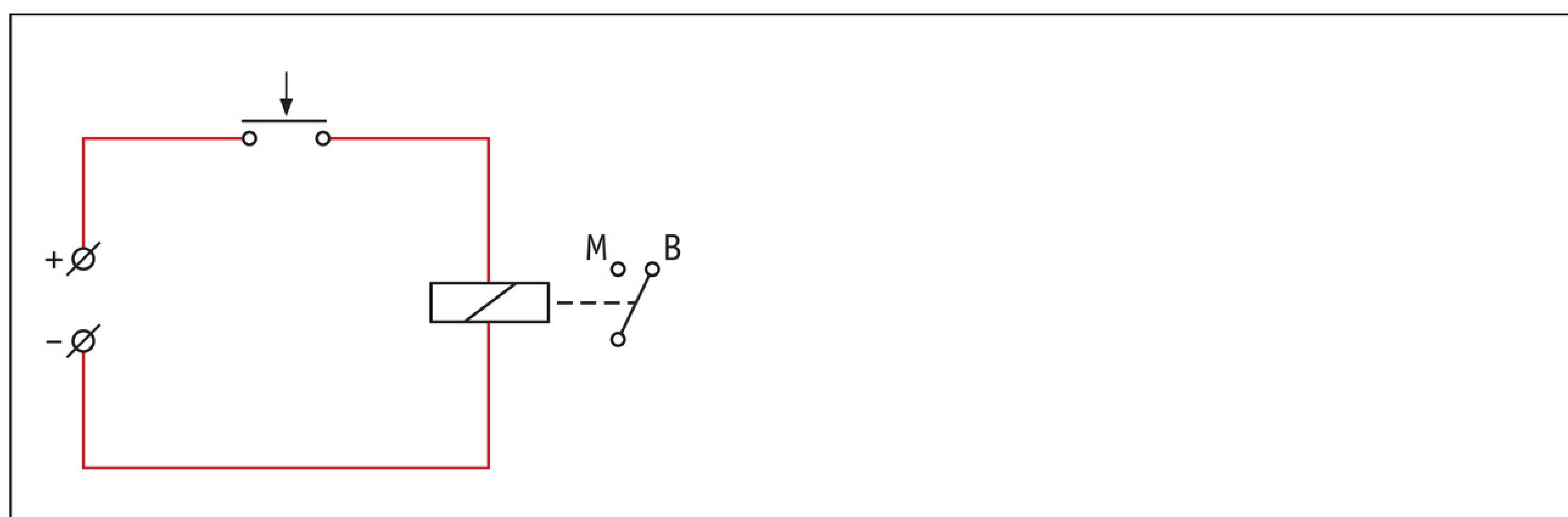
....

....

Extra

- Je kunt ook een schakeling maken waarin het lampje uitgaat als je de schakelaar indrukt.

4 Maak in afbeelding 7 het schakelschema van deze schakeling af.



afbeelding 7 Maak het incomplete schakelschema af.

- Bouw de schakeling die je in afbeelding 7 hebt getekend.
- Probeer of deze schakeling goed werkt.

5 Wat gebeurt er als je de schakelaar indrukt?

....

....

....

6 Wat gebeurt er als je de schakelaar weer loslaat?

....

....

....

7 Welk contact heb je nu gebruikt?

....

PROEF 6 EEN AUTOMATISCHE BUITENLAMP

30 minuten

Inleiding

Er zijn lampen die vanzelf aangaan als het donker wordt. In zo'n lamp zit een sensor die reageert op de hoeveelheid licht. Het signaal van de sensor zorgt ervoor dat de lamp op het juiste moment wordt ingeschakeld. De lamp wordt ook weer uitgeschakeld als het 's ochtends licht genoeg is.

Doel

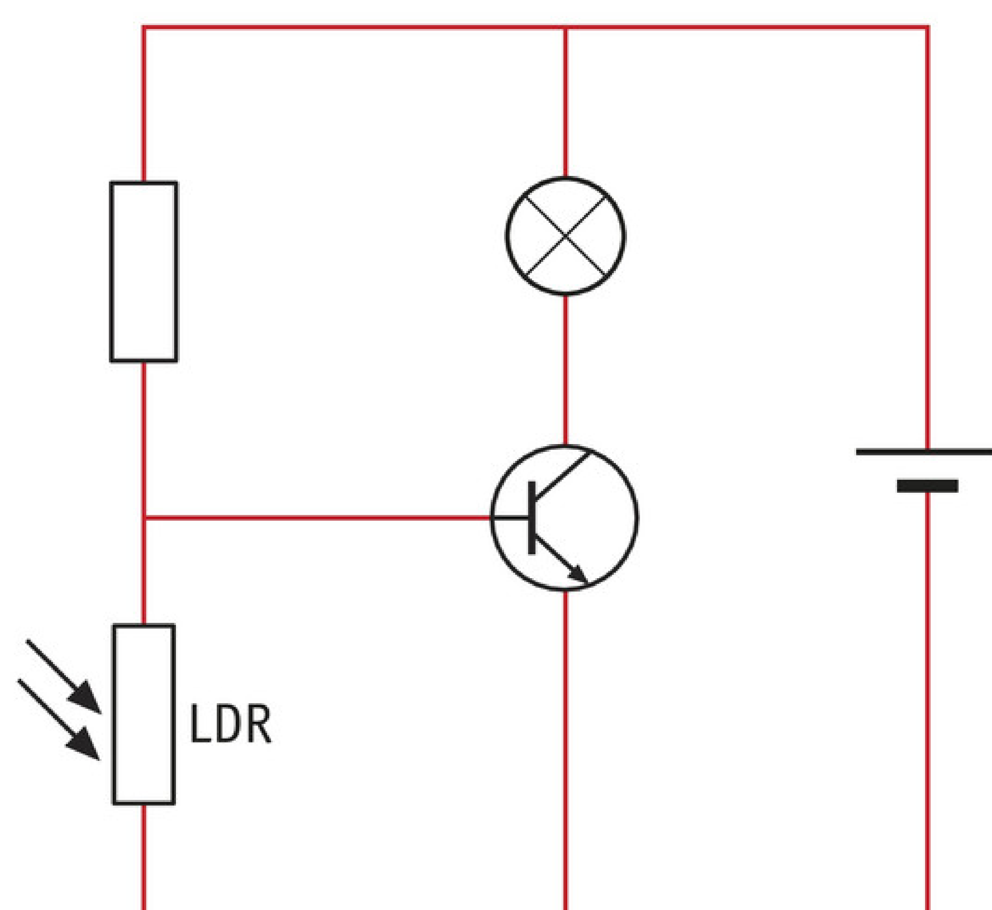
Bij deze proef bouw en test je een schakeling voor zo'n lamp. Als lichtsensor gebruik je een LDR.

Nodig

- ☐ batterij of voedingskastje
- ☐ transistor
- ☐ LDR
- ☐ lampje
- ☐ snoeren
- ☐ diverse elektronicaweerstanden

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de schakeling van afbeelding 8. Gebruik voor de gewone weerstand de kleinste weerstand die je hebt (de weerstand met de kleinste waarde).
- Zorg ervoor dat het licht van de zon of van de lampen in het lokaal goed op de LDR valt.



afbeelding 8 Het schakelschema van een automatische buitenlamp.

1 Brandt de lamp nu?

....

- Als het lampje in deze situatie brandt, moet je de weerstand vervangen door een weerstand met een grotere waarde. Probeer de weerstanden uit in volgorde van grootte, tot je er één vindt waarbij de lamp uit blijft.

2 De lamp moet aangaan als het donker wordt.
Leg uit hoe je dat kunt testen.

....

....

....

....

- Test je schakeling.
- Breng verbeteringen aan als dat nodig is.

3 Doet de schakeling het in één keer?
Zo niet, wat heb je aan de schakeling moeten verbeteren?

....

....

....

....

De volgende proef staat in de online leeromgeving. Je leraar beslist of de proef wordt uitgevoerd.

PROEF 7 EEN INBRAAKALARM

50 minuten

Doel

Je bouwt en test een inbraakalarm dat reageert op het onderbreken van een lichtstraal.

PROEF 8 ONDERZOEK: HET (I,U)-DIAGRAM VAN EEN GLOEIDRAAD

45 minuten

Inleiding

Een draad van constantaan voldoet aan de wet van Ohm. Bij zo'n draad is de stroomsterkte evenredig met de spanning. Andere draden wijken af van de wet van Ohm als hun temperatuur stijgt. Bij een gloeidraad die erg heet wordt, is die afwijking waarschijnlijk goed te meten.

Doel

Je onderzoekt hoe de stroomsterkte door een gloeidraad verandert, als je de spanning stap voor stap opvoert tot de maximale waarde. De onderzoeksvragen luiden:

1 *Welk verband bestaat er bij een gloeidraad tussen de spanning en de stroomsterkte?*
2 *Wijkt een gloeidraad af van de wet van Ohm, en zo ja, hoe groot is die afwijking?*

Uitvoeren en uitwerken


Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen*.

1 Maak een werkplan.

- Voer het onderzoek uit.



2 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken.*
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag. Tip: verwerk je meetresultaten tot een (I,U)-diagram. Leid uit het diagram af hoe sterk een gloeidraad afwijkt van de wet van Ohm.

Leerstofoverzicht

9.1 WEERSTANDEN

ONTHOUD

- De weerstand van een schakelonderdeel zegt iets over hoe gemakkelijk of moeilijk de stroom erdoorheen kan lopen. Bij een grote weerstand kan de stroom moeilijk door het schakelonderdeel heen. De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
- Een schakelonderdeel dat je gebruikt om alleen de weerstand in een schakeling te verhogen noem je een weerstand.
- Als je de stroomsterkte door en de spanning over een schakelonderdeel weet, dan kun je de weerstand van dat schakelonderdeel berekenen. Hiervoor gebruik je de formule: $R = \frac{U}{I}$
- De weerstand van een schakelonderdeel kan steeds even groot zijn. In dat geval geldt voor dat onderdeel de wet van Ohm. De spanning en de stroomsterkte zijn dan evenredig.
- De weerstandswaarde van een weerstand kun je aflezen aan de gekleurde ringen die erop zijn aangebracht.

BEGRIPPEN

(I,U)-diagram
Grafiek waarin de stroomsterkte (door een schakelonderdeel) is uitgezet tegen de spanning (over dat schakelonderdeel).

weerstand
1 Eigenschap van voorwerpen die aangeeft of de stroom er gemakkelijk (bij een kleine weerstand) of moeilijk (bij een grote weerstand) doorheen kan lopen.
2 Schakelonderdeel met een bepaalde weerstandswaarde dat je in een schakeling gebruikt.

wet van Ohm
Regel die opgaat voor veel schakelonderdelen. Als een onderdeel voldoet aan de wet van Ohm, is zijn weerstand steeds even groot en zijn de spanning en de stroomsterkte dus evenredig.

9.2 LDR EN NTC

ONTHOUD

- Een eenvoudige automatische schakeling bestaat uit drie delen:
  - een sensor zorgt voor een elektrisch signaal;
  - een schakelaar schakelt iets in of uit;
  - een actuator doet iets wat nuttig is.
- Een LDR is een lichtsensor. De weerstand van een LDR hangt af van de hoeveelheid licht die erop valt. In het donker is de weerstand van een LDR erg groot. In fel licht is de weerstand vrij klein. Is een LDR in een schakeling geplaatst, dan is de stroomsterkte door de LDR in dat geval groter dan in het donker.
- Een NTC is een temperatuursensor. De weerstand van een NTC hangt af van de temperatuur. Als de temperatuur van een NTC stijgt, dan neemt zijn weerstand af. Is een NTC in een schakeling geplaatst, dan wordt de stroomsterkte groter bij toenemende temperatuur.
- Weerstanden kun je in serie schakelen. De totale weerstand van zo'n schakeling bereken je door de afzonderlijke weerstanden bij elkaar op te tellen. Hiervoor gebruik je de formule:
  $R_v = R_1 + R_2 + ...$
- Bij een variabele weerstand kun je de grootte zelf instellen. Dit doe je door een beweegbaar contact over een weerstandsdraad te schuiven. Hoe langer het ingeschakelde deel, des te groter is de weerstand.

BEGRIPPEN

actuator
Schakelonderdeel dat iets doet wat nuttig of prettig is voor de gebruiker van de schakeling.

automatische schakeling
Schakeling die zelfstandig een bepaalde taak uitvoert.

ijken
Een meetinstrument voorzien van een betrouwbare schaalverdeling.

LDR
Lichtgevoelige weerstand die veel wordt gebruikt als lichtsensor.

NTC
Temperatuurgevoelige weerstand die veel wordt gebruikt als temperatuursensor.

schakelaar (in een automatische schakeling)
Schakelonderdeel dat automatisch iets in- of uitschakelt, als een sensor daar het signaal voor geeft.

schuifweerstand
Variabele weerstand waarvan je de weerstandswaarde kunt instellen met een schuifcontact.

sensor
Schakelonderdeel dat een elektrisch signaal produceert dat informatie over zijn omgeving geeft.

vervangingsweerstand
Berekende weerstand die twee of meer andere weerstanden zou kunnen vervangen.

9.3 SCHAKELEN MET EEN RELAIS

ONTHOUD

- Een relais is een automatische schakelaar. Bij een relais heb je te maken met twee verschillende stroomkringen:
  - de stroomkring van de elektromagneet;
  - de stroomkring van de actuator.
- In een relais zit een elektromagneet. Een elektromagneet is een lange, geïsoleerde koperdraad die rond een ijzeren kern is gewikkeld. Zo'n spiraalvormig gewikkelde koperdraad heet een spoel. Als je stroom door een spoel laat lopen, wordt hij magnetisch.
- Als er geen stroom door de spoel van het relais loopt, is de spoel niet magnetisch. Een veer trekt aan een beweegbaar anker. Daardoor wordt het anker tegen het breekcontact aangedrukt.
- De spoel wordt magnetisch als je er stroom doorheen laat lopen. Hij trekt dan het ijzeren anker naar zich toe. Daardoor wordt het anker tegen het maakcontact aangedrukt.
- Een reedcontact is een schakelaar die reageert op een magneet. Als je een magneet bij het reedcontact houdt, klikken twee stalen strips tegen elkaar aan. Zo wordt de stroom ingeschakeld. Als je de magneet weghaalt, veren de strips weer bij elkaar vandaan. Zo wordt de stroom uitgeschakeld.

BEGRIPPEN

anker
Beweegbaar ijzeren onderdeel van een relais.

breekcontact
Contactpunt in een relais; als de elektromagneet is uitgeschakeld, kan er stroom via het breekcontact lopen.

elektromagneet
Lange, geïsoleerde koperdraad die rond een ijzeren kern is gewikkeld.

maakcontact
Contactpunt in een relais; als de elektromagneet wordt ingeschakeld, kan er stroom via het maakcontact lopen.

noordpool
Eén van de uiteinden van een staafmagneet of elektromagneet.

reedcontact
Schakelaar die de stroom inschakelt als je er een magneet bij houdt, en de stroom uitschakelt als je de magneet weghaalt.

relais
Automatische schakelaar die de stroom met behulp van een elektromagneet in- en uitschakelt.

spoel
Geïsoleerde koperdraad die in de vorm van een spiraal is gewikkeld.

zuidpool
Eén van de uiteinden van een staafmagneet of elektromagneet.

9.4 ELEKTRONISCHE SCHAKELINGEN

ONTHOUD

- Met zowel een relais als een transistor kun je een apparaat automatisch aan- en uitzetten.
- Een transistor is kleiner en goedkoper dan een relais. Een transistor verbruikt minder energie dan een relais. Met een transistor kun je alleen kleine spanningen schakelen.
- Een transistor heeft drie aansluitpunten:
  - de collector (C);
  - de basis (B);
  - de emitter (E).
- Door een transistor kunnen twee stromen lopen:
  - van de basis naar de emitter;
  - van de collector naar de emitter.
- De stroom door de basis bepaalt of de transistor uit- of aanstaat.
  - De transistor staat in de UIT-stand als de stroom door de basis nul of bijna nul is. Er kan dan ook geen stroom lopen van de collector naar de emitter.
  - De transistor staat in de AAN-stand als er een kleine stroom door de basis loopt. Er kan dan een veel grotere stroom lopen van de collector naar de emitter.
- Een condensator kun je in een schakeling gebruiken om elektrische energie in op te slaan. Je moet hem dan aansluiten op een spanningsbron. Een condensator laadt veel sneller op dan een batterij, maar is ook veel sneller weer leeg.

BEGRIPPEN

basis
Aansluitpunt van een transistor; via dit aansluitpunt loopt de ‘schakelstroom’ de transistor in.

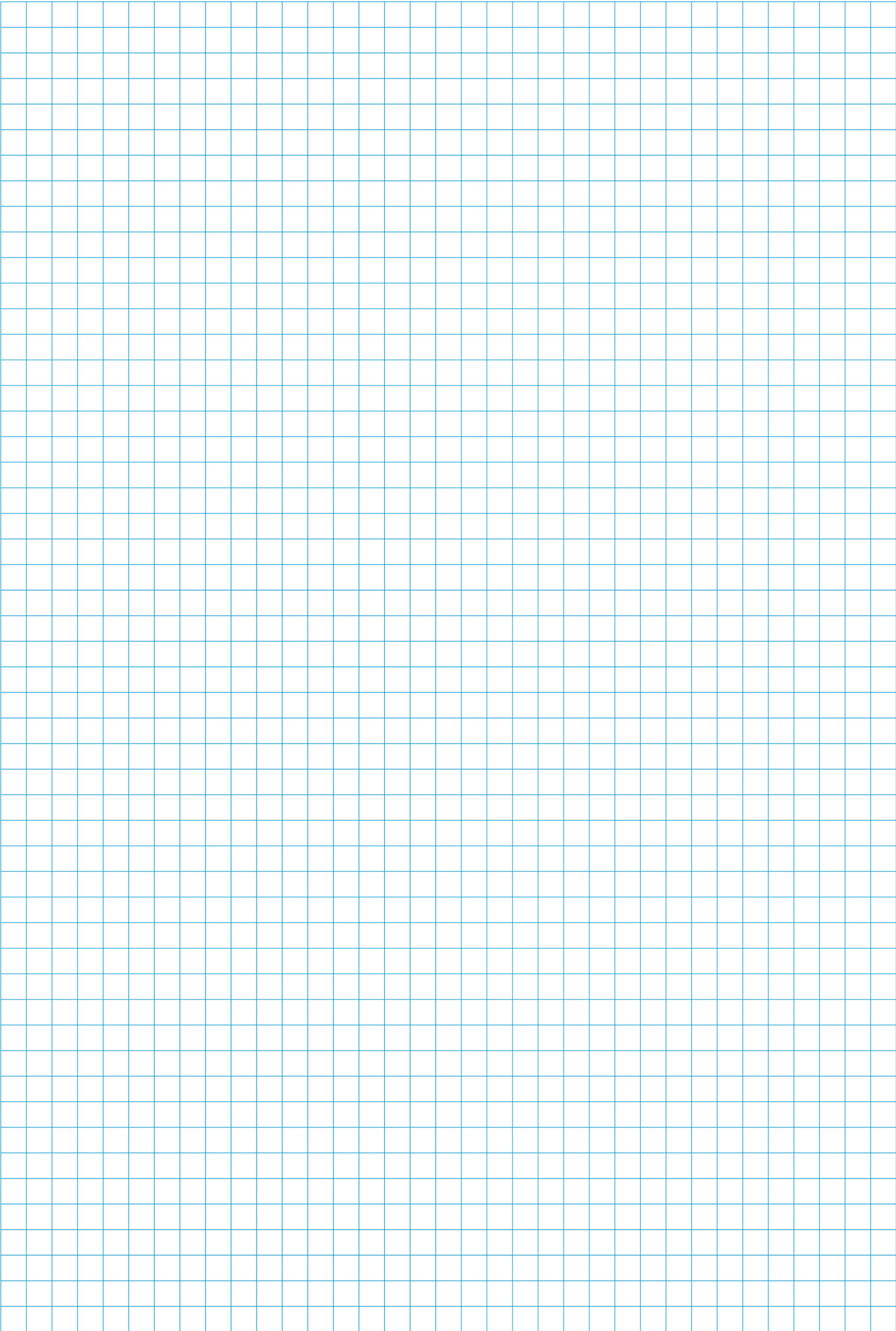
collector
Aansluitpunt van een transistor; via dit aansluitpunt loopt de stroom van het apparaat (de ‘apparaatstroom’) dat door de transistor wordt aan- en uitgezet.

condensator
Schakelonderdeel waarin snel een kleine hoeveelheid elektrische energie kan worden opgeslagen.

emitter
Aansluitpunt van een transistor; de stroom loopt via de emitter weer terug naar de batterij.

transistor
Automatische schakelaar die de stroom volledig elektronisch (zonder bewegende delen) in- en uitschakelt.


Ga naar de *Flitskaarten*.



10 Werktuigen

WERKTUIGEN GEBRUIKEN

Een schroef vastdraaien, een noot kraken, een moer losdraaien, een auto opkrikken, een zeil hijsen: in al deze situaties gebruik je een werktuig om krachten uit te oefenen. Dankzij werktuigen kun je dingen doen die je met je blote handen onmogelijk voor elkaar kunt krijgen.

INTRODUCTIE

THEORIE

PRACTICA

AFSLUITING



Wat weet je al over krachten en hefbomen?

LEERDOELEN

1 Je kunt uitleggen hoe je krachten kunt meten met een krachtmeter (veerunster).
2 Je kunt de verschillende krachten benoemen die een rol spelen in een gegeven situatie.
3 Je kunt het verband beschrijven tussen de uitrekking en de kracht op een veer.
4 Je kunt de massa omrekenen van de ene eenheid naar een andere eenheid.
5 Je kunt uitleggen of een werktuig een enkele of een dubbele hefboom is.
6 Je kunt het draaipunt en de armen van een hefboom herkennen.

In hoofdstuk 3 van Nova nask 1 leerjaar 3 heb je al een aantal dingen over krachten en hefbomen geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Wat is de eenheid van kracht?
- ○ A kilogram
- ○ B meter
- ○ C newton

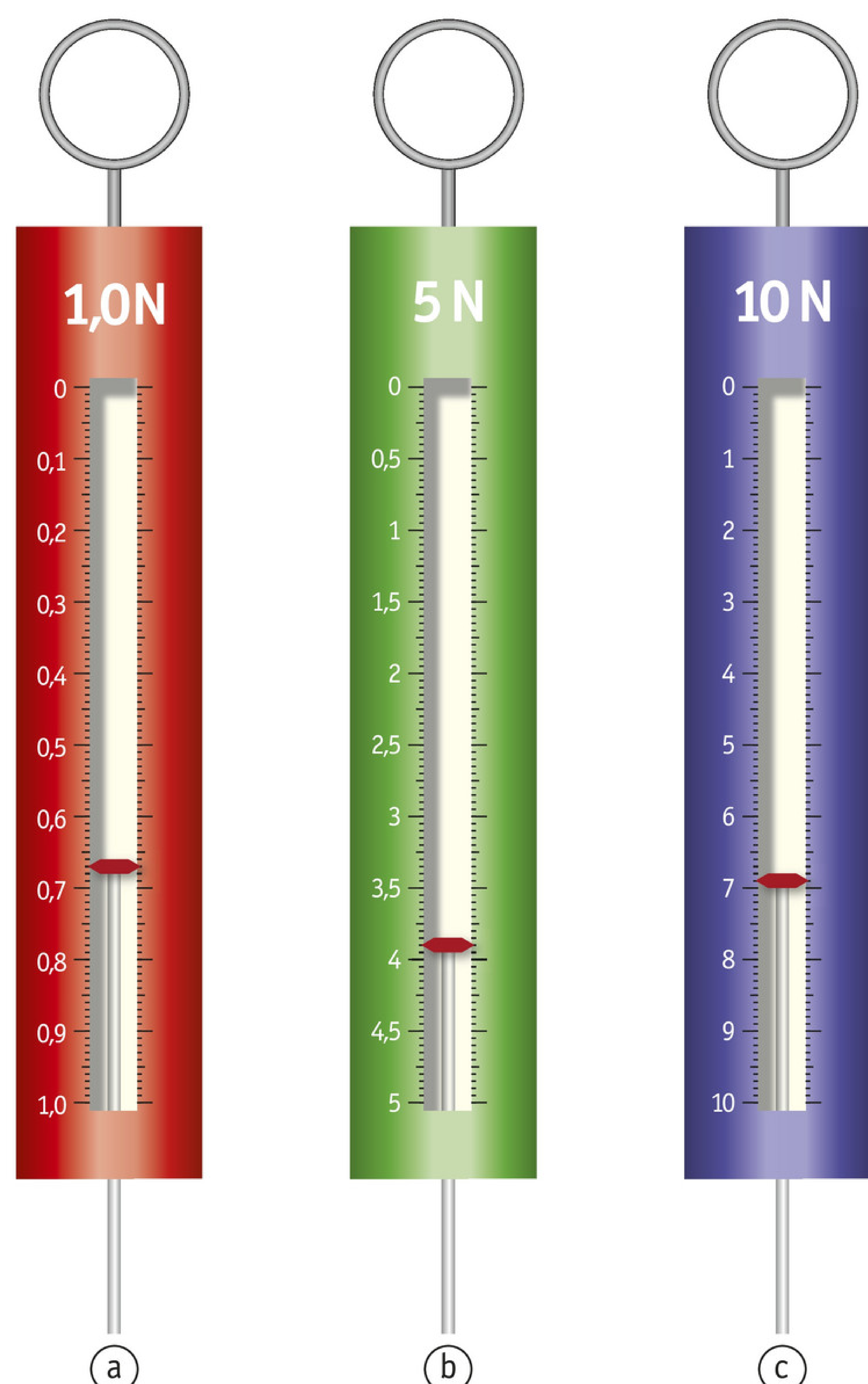
2 In afbeelding 1 zie je drie krachtmeters.
Hoe groot is de kracht:
- die krachtmeter a aangeeft?

  .... N
- die krachtmeter b aangeeft?

  .... N
- die krachtmeter c aangeeft?

  .... N

afbeelding 1 Drie krachtmeters.



3 Noteer drie soorten krachten.

....

....

4 Bij een proef hang je een veer op aan een statief. Je hebt drie gelijke gewichtjes. Als je één gewichtje aan de veer hangt, rekt de veer 3 cm uit.

Als je alle drie de gewichtjes aan de veer hangt, rekt de veer .... cm uit.

5 Reken om.

0,355 kg = ... g	700 g = ... kg
1,236 kg = ... g	35 g = ... kg
0,067 kg = ... g	1432 g = ... kg

6 Een gereedschap kan een enkele of een dubbele hefboom zijn.
De flessenopener in afbeelding 2 is een *enkele* / *dubbele* hefboom.



afbeelding 2 Een flessenopener.

7 Geef in afbeelding 3 het draaipunt van de tang aan met een rode stip.



afbeelding 3 Een tang is een hefboom.



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Krachten

LEERDOELEN

10.1.1 Je kunt beschrijven welke effecten krachten op een voorwerp kunnen hebben.
10.1.2 Je kunt de grootte van een kracht meten met een geschikte krachtmeter.
10.1.3 Je kunt een kracht tekenen als een vector, volgens een gegeven krachtenschaal.
10.1.4 Je kunt de krachten benoemen die in een gegeven situatie op een voorwerp werken.
10.1.5 Je kunt de zwaartekracht berekenen die op een voorwerpt werkt.
10.1.6 Je kunt beredeneren of twee magnetische voorwerpen elkaar aantrekken of afstoten.
10.1.7 Je kunt beredeneren of twee elektrisch geladen voorwerpen elkaar aantrekken of afstoten.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	10.1.1	10.1.2	10.1.3	10.1.4	10.1.5	10.1.6	10.1.7
Onthouden	1, 2		4a	3c, 6a	4bc	6bc	5abc
Begrijpen		11d	10, 13	3ab, 8abc, 9			15ab
Toepassen			7abcd		11abc, 12a		
Analyseren				14	12b		

Met werktuigen kun je je kracht vergroten. Maar je kunt ook je eigen spierkracht vergroten. Als je je spieren regelmatig gebruikt, worden ze groter en kun je er grotere krachten mee uitoefenen. Hoe zou je kunnen meten hoeveel je spierkracht is toegenomen?

DE EFFECTEN VAN KRACHTEN

Overal om je heen werken krachten. Een touwtrekwedstrijd is een goed voorbeeld (afbeelding 1). Je kunt denken aan de spierkracht waarmee de touwtrekkers zich afzetten, de spankracht in het touw en de wrijvingskracht tussen het touw en de handen van de touwtrekkers.

Krachten kunnen verschillende effecten hebben:

- Een kracht kan de vorm van een voorwerp veranderen.
  Soms is de vervorming maar tijdelijk. Dat zie je bijvoorbeeld bij een duikplank. Als je op het uiteinde gaat staan, buigt de plank door. Als je eraf springt, krijgt de plank zijn oorspronkelijke vorm weer terug. Krachten kunnen een voorwerp ook blijvend vervormen. Dat zie je bij een klomp klei die door een pottenbakker wordt bewerkt.
- Een kracht kan de beweging van een voorwerp veranderen.
  Krachten kunnen de snelheid van een voorwerp groter of kleiner maken en ze kunnen het voorwerp van richting laten veranderen.



afbeelding 1 Touwtrekken vraagt veel kracht.

KRACHTEN METEN

PROEF 1

Krachten kun je meten met een krachtmeter. In zo'n krachtmeter zit een spiraalveer. Hoe groter de kracht waarmee je aan de krachtmeter trekt, des te verder rekt de veer uit (afbeelding 2). Een wijzertje beweegt daarbij langs de schaalverdeling die op de krachtmeter is aangebracht. Zo kun je aflezen hoe groot de kracht in newton is. De newton (N) is de eenheid waarin je alle krachten meet.

Krachtmeters kunnen een uiteenlopend meetbereik hebben. Voor het meten van grote krachten gebruik je een krachtmeter met een stugge veer en een groot meetbereik. Voor het meten van kleine krachten gebruik je een krachtmeter met een soepele veer en een klein meetbereik. Een krachtmeter met een groot meetbereik is niet nauwkeurig genoeg om een kleine kracht te meten.



afbeelding 2 Krachten meten met een krachtmeter.

KRACHTEN TEKENEN

Een kracht heeft een grootte, een richting en een **aangrijpingspunt**. Daarom zeg je dat een kracht een **vector** is. Een vector teken je als een pijl. Dat geldt ook voor krachten. Voor het tekenen van krachten gelden drie regels:

- de lengte van de pijl geeft de grootte van de kracht aan;
- de richting van de pijl geeft de richting van de kracht aan;
- het beginpunt van de pijl geeft het aangrijpingspunt van de kracht aan.

Als je een kracht gaat tekenen, kies je eerst een **krachtenschaal**. Bijvoorbeeld: 1 cm ≙ 5 N. Dat betekent dat een pijl met een lengte van 1 cm een kracht van 5 N voorstelt. Een kracht van 15 N teken je op deze schaal als een pijl van 3 cm.

SOORTEN KRACHTEN

Er zijn verschillende soorten krachten. Om ze van elkaar te onderscheiden, geef je ze een naam zoals zwaartekracht, spierkracht en veerkracht. Als je een kracht met het symbool *F* schrijft, kun je met kleine letters achter de letter *F* aangeven om wat voor kracht het gaat. Bijvoorbeeld: F_z voor de zwaartekracht, F_{sp} of F_{spier} voor de spierkracht, F_v of F_{veer} voor de veerkracht, enzovoort.

ZWAARTEKRACHT

Op elk voorwerp dat zich op of boven de aarde bevindt, werkt de aantrekkingskracht van de aarde. Deze aantrekkingskracht is de **zwaartekracht**. Als je de massa van een voorwerp kent, kun je de zwaartekracht berekenen met de formule:

zwaartekracht = massa × zwaartekracht per massa-eenheid

In symbolen schrijf je dit als:

$F_z = m \cdot g$

In deze formule is:

- F_z de zwaartekracht op het voorwerp in newton (N);
- m de massa van het voorwerp in kilogram (kg);
- g de zwaartekracht per massa-eenheid in newton per kilogram (N/kg).

Op aarde is g gelijk aan 9,8 newton per kilogram (N/kg). Meestal gebruik je de afgeronde waarde: 10 N/kg. Een voorwerp met een massa van 1 kg ondervindt dus op aarde een zwaartekracht van (afgerond) 10 N. Op de maan is g veel kleiner: maar 1,6 N/kg. Daardoor is de zwaartekracht op de maan altijd veel kleiner dan op de aarde.

VOORBEELDOPDRACHT 1

De cementbak in afbeelding 3 heeft een massa van 500 kg.
Bereken de zwaartekracht op de cementbak in kN.

gegevens m = 500 kg
g = 10 N/kg

gevraagd F_z = ? kN

uitwerking $F_z = m \cdot g = 500 \times 10 = 5000$ N = 5,00 kN



afbeelding 3 Hoe hard trekt de zwaartekracht aan de cementbak?

SPIERKRACHT

Mensen oefenen krachten uit door de spieren in hun lichaam aan te spannen. Met de **spierkracht** die dan ontstaat, kunnen ze voorwerpen optillen, vooruit trekken, indrukken, enzovoort. Als je thuis je voordeur op slot draait, oefenen je vingers een spierkracht uit op de sleutel.

VEERKRACHT

Je kunt een veerkrachtig voorwerp niet zomaar uitrekken of in elkaar drukken. Je voelt dan dat het voorwerp terugduwt of trekt. Deze tegenwerkende kracht heet de **veerkracht**. Als je een elastiek uitrekt, voel je de veerkracht aan je handen trekken.

SPANKRACHT

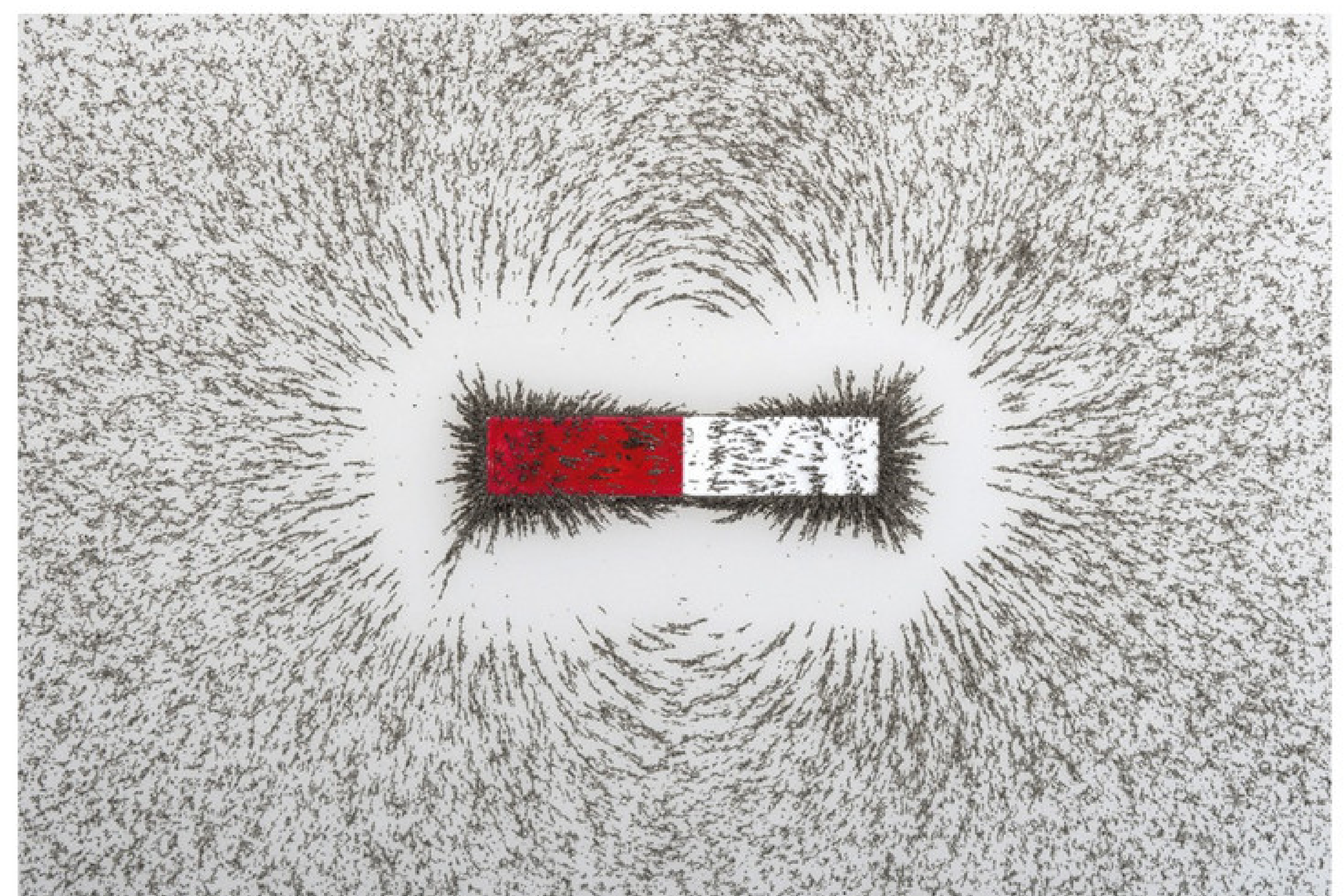
In een touw ontstaan **spankrachten** als je het touw strak spant. Met een touw of een kabel kun je daardoor krachten overbrengen. Dat zie je bijvoorbeeld bij een sleepboot die een schip aan een kabel vooruit trekt of tijdens een touwtrekwedstrijd.

NORMAALKRACHT

Als je een voorwerp op een tafel zet, zal het tafelblad een klein beetje vervormen. Hierdoor oefent het tafelblad een kracht uit op het voorwerp die recht omhoog is gericht. Voor een vloer geldt hetzelfde. Door deze **normaalkracht** blijft het voorwerp staan waar je het hebt neergezet.

MAGNETISCHE KRACHT

Magneten oefenen **magnetische krachten** op elkaar uit. Dat merk je als je de polen (uiteinden) van twee magneten tegen elkaar houdt. Twee noordpolen stoten elkaar af, net als twee zuidpolen. Maar een noordpool en een zuidpool trekken elkaar aan. Een magneet trekt ook voorwerpen aan van ijzer en nikkel.



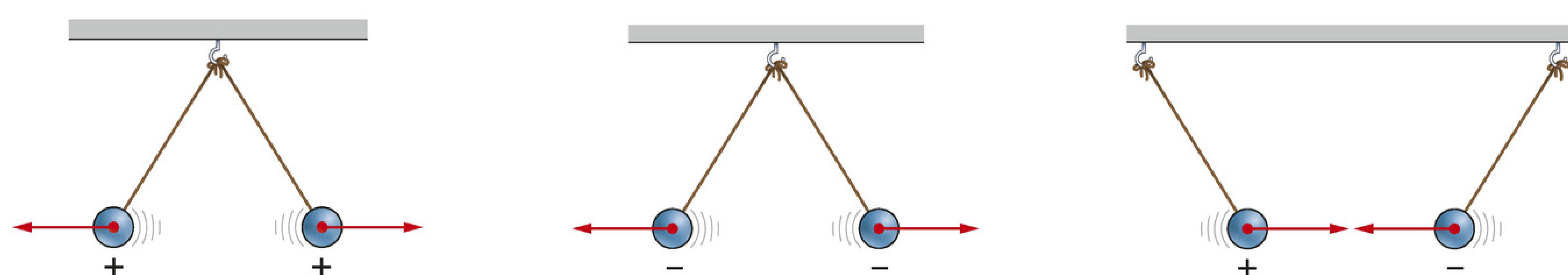
afbeelding 4 Het magneetveld rond een staafmagneet.

Rond elke magneet is er een magneetveld. Dat is het gebied waarin de magneet krachten uitoefent. Je kunt het magneetveld zichtbaar maken door ijzerpoeder rond de magneet te strooien (afbeelding 4). Er ontstaat dan een patroon van **veldlijnen**. Deze lijnen geven de richting aan van de magnetische kracht.

ELEKTRISCHE KRACHT

Je kunt voorwerpen elektrisch laden door ze te wrijven met een doek. Er zijn twee soorten lading: positieve lading en negatieve lading. Geladen voorwerpen oefenen **elektrische krachten** op elkaar uit. Twee positief geladen voorwerpen stoten elkaar af, net als twee negatief geladen voorwerpen. Een positief en een negatief geladen voorwerp trekken elkaar aan (afbeelding 5).

afbeelding 5 Aantrekken en afstoten.





Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Zijn de beweringen waar of onwaar?

Door een kracht kan de vorm van een voorwerp veranderen. *waar / onwaar*

Door een kracht kan de beweging van een voorwerp veranderen. *waar / onwaar*

2 Met welk instrument kun je een kracht meten?

○ A met een balans
○ B met een krachtenschaal
○ C met een krachtmeter
○ D met een vector

3 Er bestaan verschillende soorten krachten.

a Veerkracht ontstaat als je een .... voorwerp indrukt.

b Spankracht ontstaat als een touw of .... strak wordt gespannen.

c Spierkracht ontstaat doordat de spieren in je lichaam ....

4 Bij een tekening in een natuurkundeboek staat: 'De gebruikte krachtenschaal is: 1 cm ≙ 5 N.'

a Wat wordt daarmee bedoeld?

....

....

b Welke waarde heeft *g* op (of vlak bij) het aardoppervlak?

....

c Welke afgeronde waarde voor *g* gebruik je bij het maken van opdrachten?

....

5 Hoe reageren geladen voorwerpen op elkaar?

a Twee negatief geladen voorwerpen *trekken elkaar aan / stoten elkaar af.*

b Twee positief geladen voorwerpen *trekken elkaar aan / stoten elkaar af.*

c Een positief en een negatief geladen voorwerp *trekken elkaar aan / stoten elkaar af*.

6 Magneten oefenen magnetische krachten op elkaar uit.

a Magnetische krachten ontstaan als je de .... van twee magneten bij elkaar brengt.

b De noordpool van een magneet .... de noordpool van een andere magneet ....

c De noordpool van een magneet .... de zuidpool van een andere magneet ....

TOEPASSING

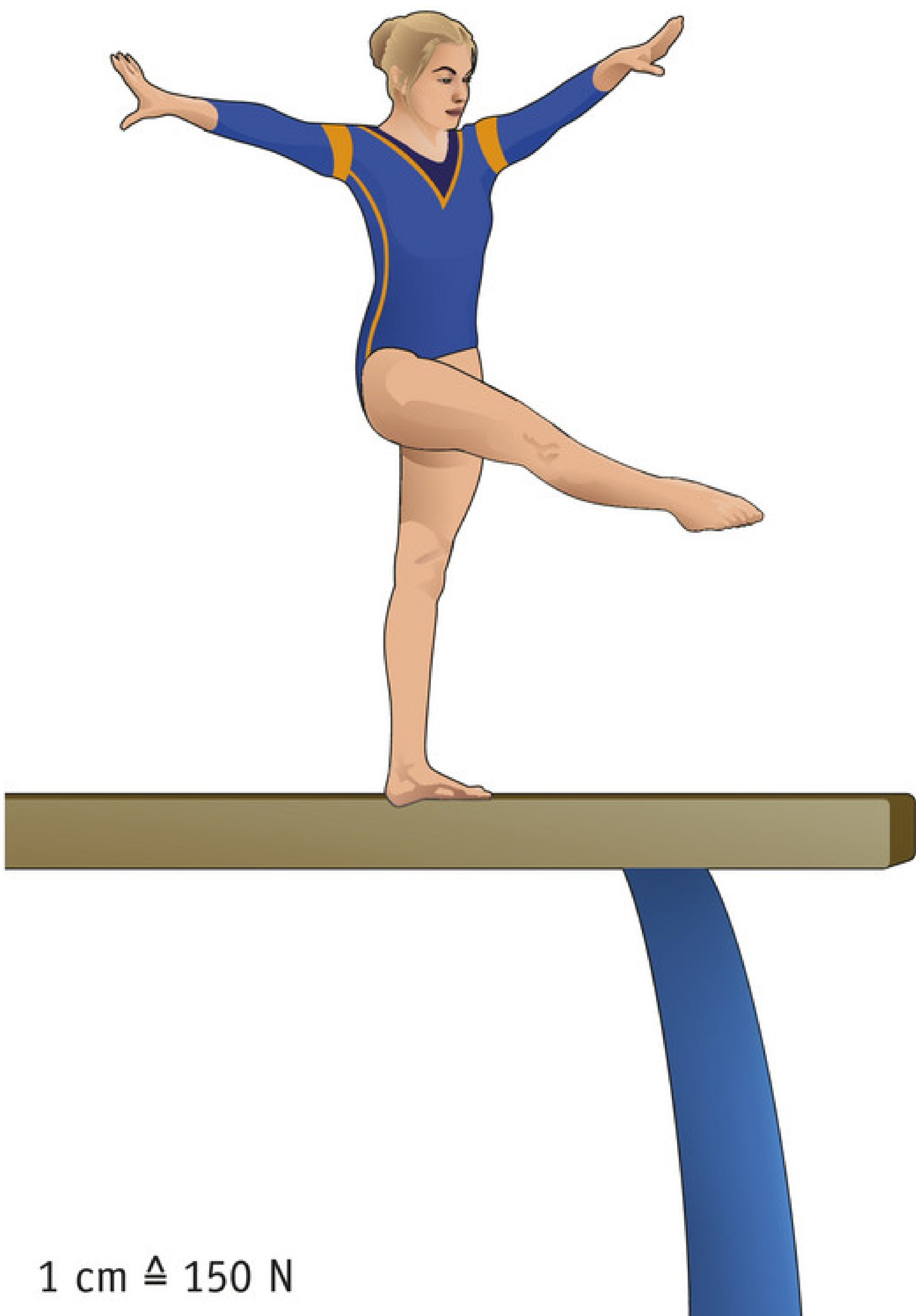
7 Teken in afbeelding 6 de volgende krachten. Let op de krachtenschaal.

a Murat trekt met een kracht van 375 N aan het touw.
b Nadia oefent met haar voet een kracht van 450 N uit op de evenwichtsbalk.
c De aarde oefent een kracht van 500 N op Erwin uit.
Tip: deze kracht grijpt aan bij Z.
d Het elastiek oefent op elk been van Anish een kracht uit van 150 N.

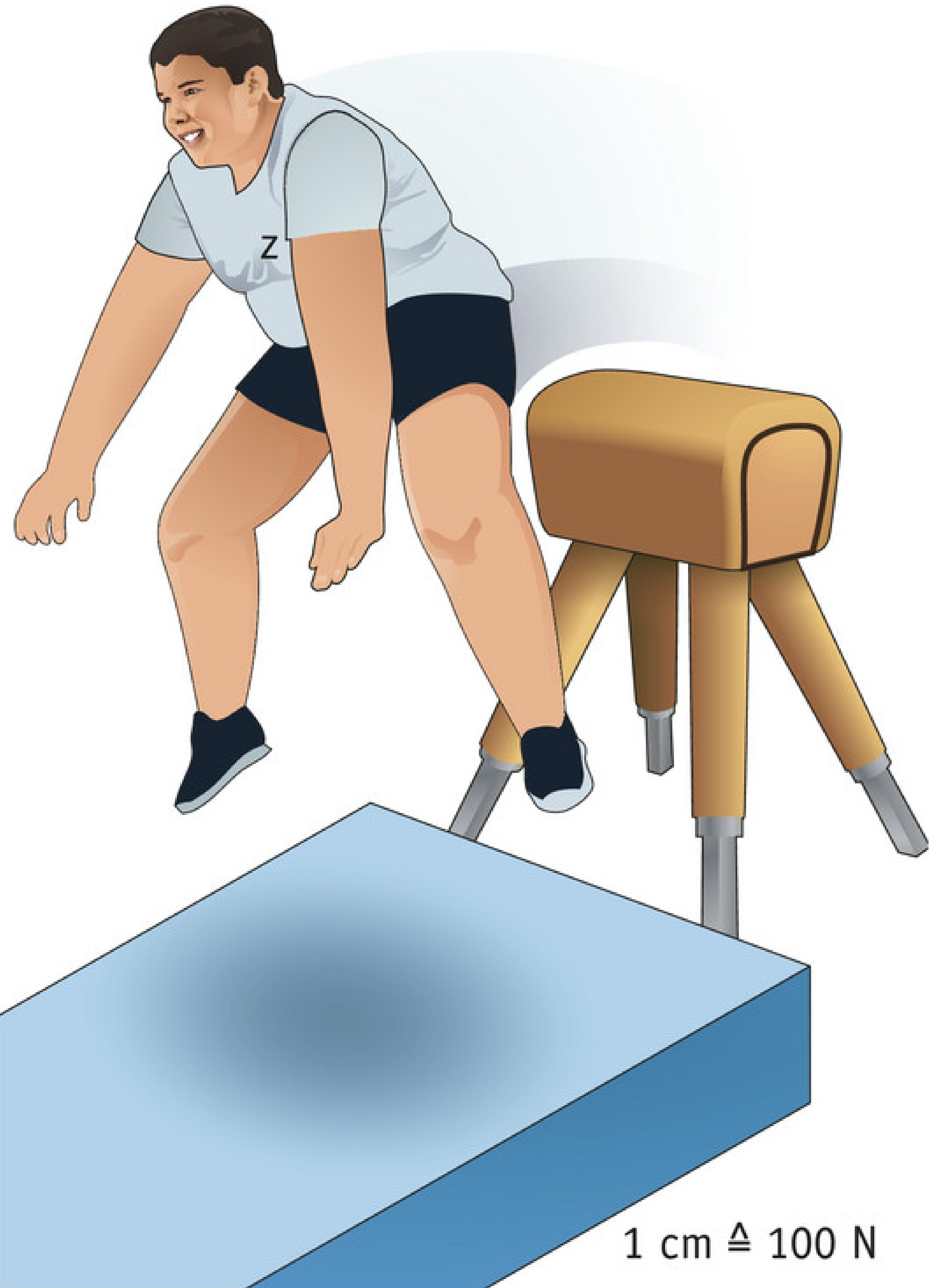
afbeelding 6 Krachten in de gymzaal.



a Murat



b Nadia



c Erwin



d Anish

8 Kijk nog eens naar afbeelding 6.

a De kracht die Murat op het touw uitoefent is de ....
b De kracht die de aarde op Erwin uitoefent is de ....
c De kracht die het elastiek op Anish' benen uitoefent is de ....

Werken als bergingsspecialist — beroep



Ireen was altijd al geïnteresseerd in techniek en in snelheid. Toen ze zes jaar oud was, deed ze al aan karten. Na het vmbo volgde ze op het mbo de niveau 3-opleiding Eerste autotechnicus. Ze heeft daarna enkele jaren bij een garagebedrijf gewerkt en auto's gerepareerd. Ireen: "Ik heb zes jaar in een werkplaats gewerkt en dat had ik toen wel gezien. Ik wilde iets anders, maar het moest wel met auto's te maken hebben."

Ireen vond toen een vacature voor bergingsspecialist. Ireen: "Ik werk nog steeds met auto's, maar ben altijd met mijn takelwagen onderweg. Je probeert eerst of je een auto nog ter plekke kunt repareren. Lukt dat niet dan neem ik hem mee op de takelwagen." Voordat Ireen alleen op pad kon heeft ze nog wel enkele cursussen moeten volgen.

9 Lees de tekst 'Werken als bergingsspecialist'.
Ireen moet een auto ophalen die niet meer kan rijden. Met een kabel van haar takelwagen trekt ze de kapotte auto vooruit (afbeelding 7).
Welke soort kracht zorgt ervoor dat de auto vooruit wordt getrokken?

- ○ A spankracht
- ○ B spierkracht
- ○ C veerkracht
- ○ D wrijvingskracht



afbeelding 7 Met een kabel een auto vooruit trekken.

10 Hanane wil twee krachten tekenen. De eerste kracht is 4,0 kN groot; de tweede kracht is 6,0 kN groot.
Welke krachtenschaal kan ze het best nemen?

- ○ A 1 cm ≙ 2 N
- ○ B 1 cm ≙ 20 N
- ○ C 1 cm ≙ 200 N
- ○ D 1 cm ≙ 2000 N

Gebruik bij opdracht 11 en 12 het gegeven dat *g* op aarde 10 N/kg is.

11 Yasmine gebruikt een krachtmeter om de zwaartekracht te meten op:

- een zak koekjes van 0,50 kg;
- een zak drop van 250 g;
- een reep chocolade van 45 g.

a Bereken de grootte van de zwaartekracht op de zak koekjes.

....

....

....

....

....

b Bereken de grootte van de zwaartekracht op de zak drop.

....

....

....

....

....

c Bereken de grootte van de zwaartekracht op de reep chocolade.

....

....

....

....

....

d Yasmine heeft drie krachtmeters (afbeelding 8).
Leg uit met welke krachtmeter ze de zwaartekracht op de zak koekjes het meest nauwkeurig kan bepalen.

....

....

....

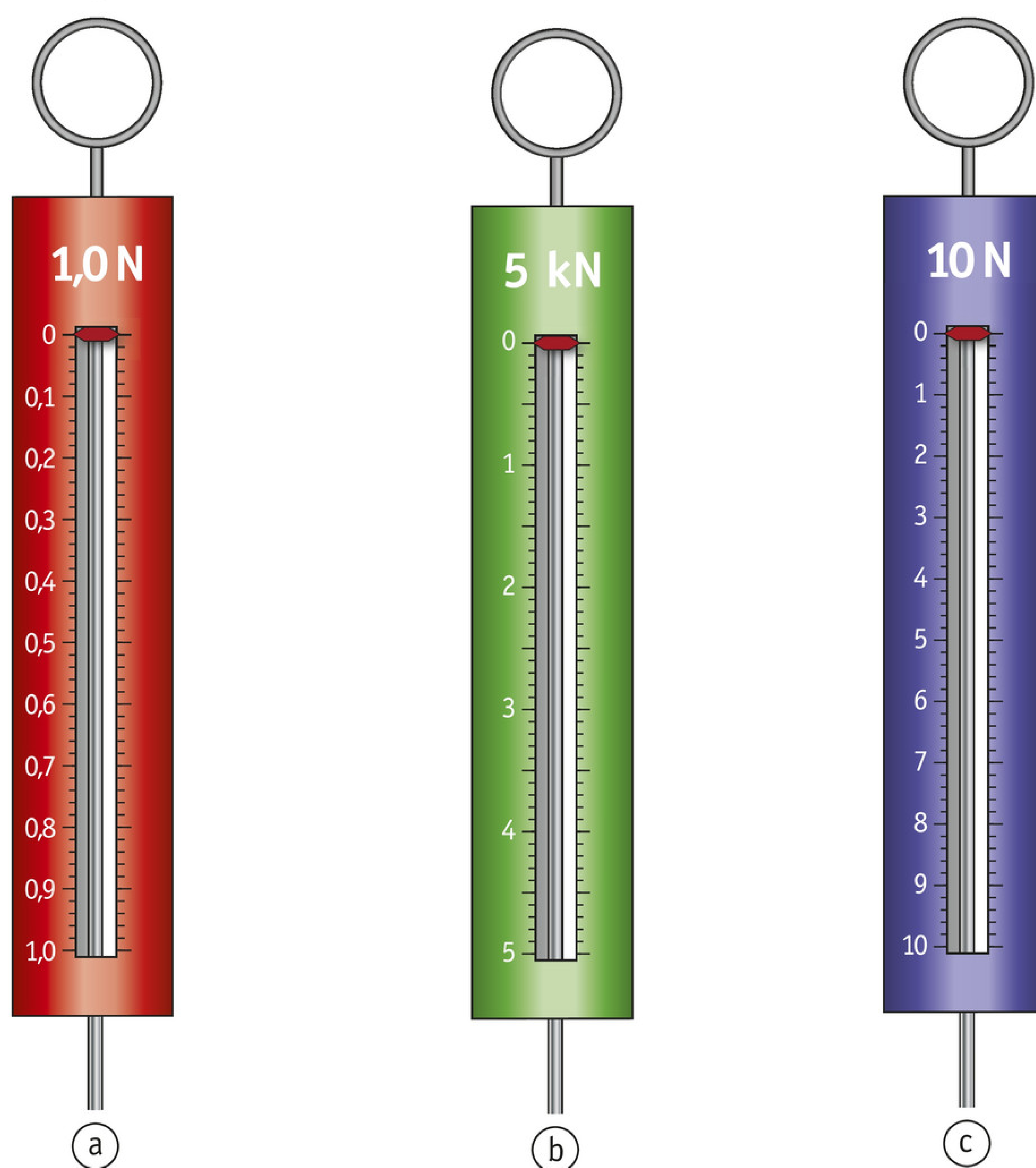
....

....

....

....

afbeelding 8 Drie krachtmeters.



★ 12  Zie de vaardigheid *Werken met formules*.

Op 21 juli 1969 liep Neil Armstrong als eerste mens op de maan. De massa van zijn lichaam en zijn ruimtepak was in totaal 160 kg.

a Bereken de zwaartekracht op Neil Armstrong (inclusief zijn ruimtepak) tijdens zijn verblijf op de maan.

....

....

....

....

....

b Beredeneer wanneer de zwaartekracht op Armstrong groter was: met ruimtepak op de maan of zonder ruimtepak op aarde?

....

....

....

....

....

....

....

13 Tijdens een toets moet Jeffrey drie krachten in een afbeelding tekenen:

F_1 = 85 N, F_2 = 53 N en F_3 = 48 N

Als krachtenschaal gebruikt hij 1 cm ≙ 15 N.

Bereken hoe lang Jeffrey elke pijl moet tekenen. Geef je antwoorden in cm, met één cijfer achter de komma.

....

....

....

....

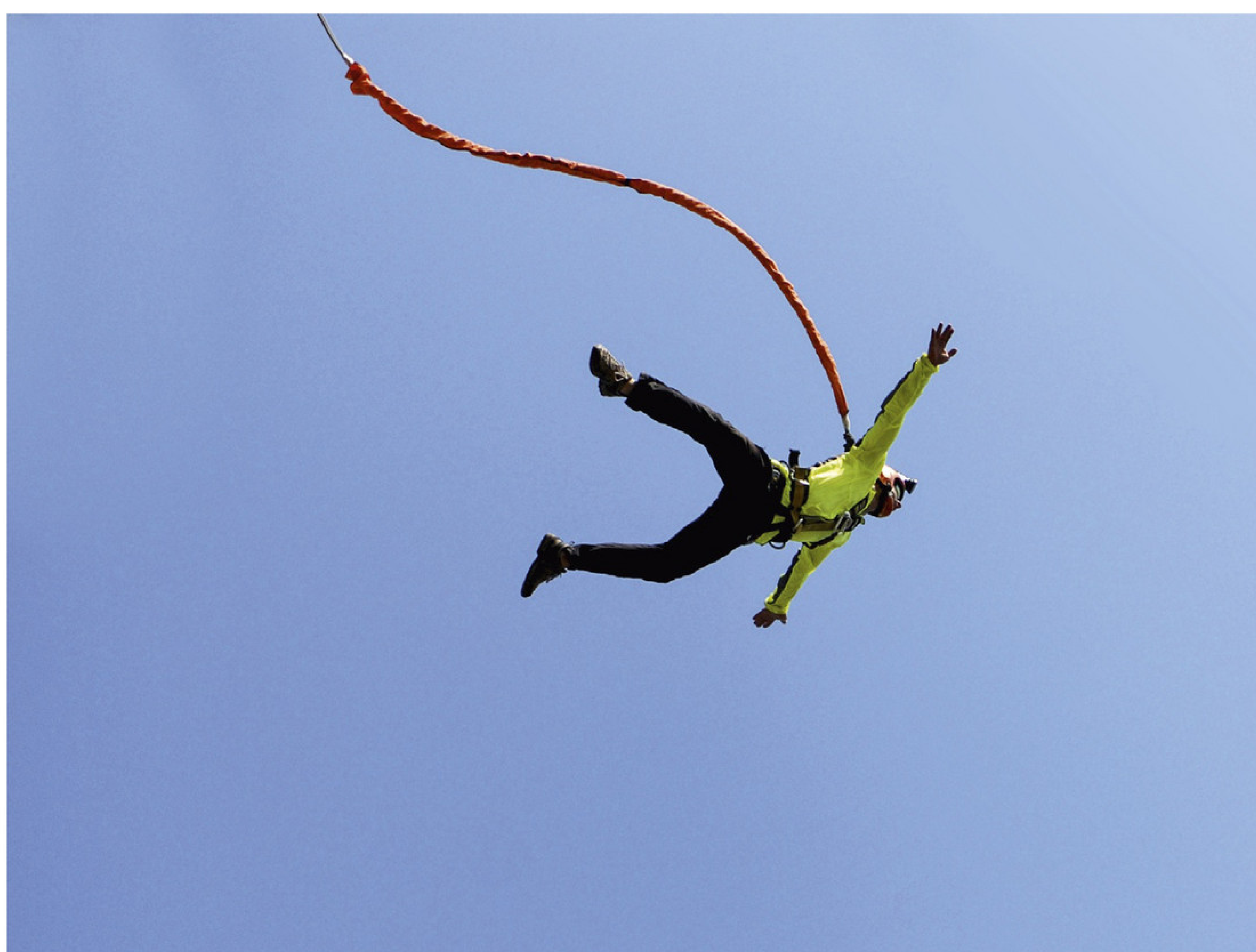
★ 14 Steven doet aan bungeejumpen. Hij springt van grote hoogte terwijl hij is vastgebonden aan een elastiek (afbeelding 9).
Leg uit dat de zwaartekracht niet verandert terwijl Steven valt.

....

....

....

....



afbeelding 9 Steven is vastgebonden aan een elastiek.

15 Nelia doet een proef met twee plastic staafjes. Ze wrijft één van de staafjes met een doek, zodat het staafje elektrisch wordt geladen. Dit staafje hangt ze op, zodat het vrij kan bewegen. Daarna wrijft ze ook het andere plastic staafje, zodat dit dezelfde lading krijgt.

a Wat gebeurt er als Nelia het tweede staafje vlak bij het opgehangen staafje brengt (afbeelding 10)?

....

....

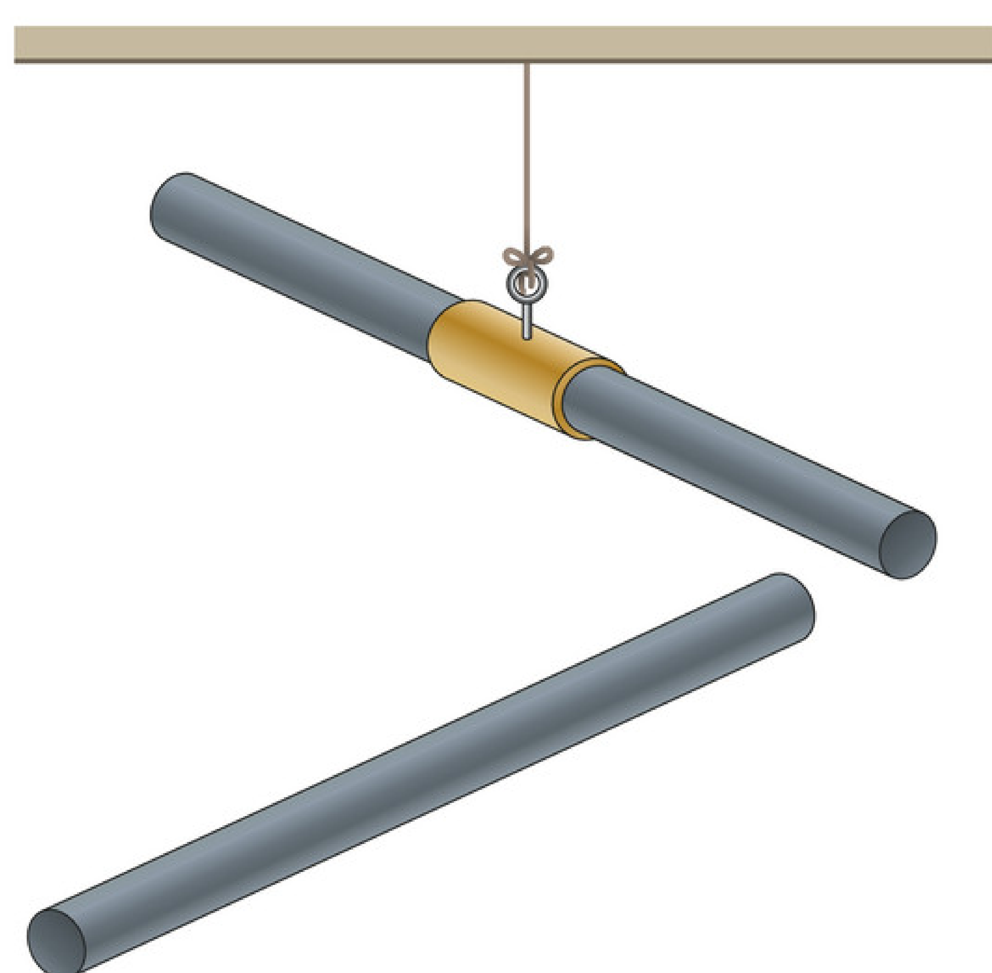
b Leg uit hoe je aan je antwoord bij opdracht a bent gekomen.

....

....

....

....



afbeelding 10 Wat doen de geladen staafjes?



Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Hefbomen

LEERDOELEN

10.2.1 Je kunt het draaipunt en de armen van een hefboom herkennen.
10.2.2 Je kunt bij werktuigen beschrijven hoe je met een kleine kracht een grote kracht uitoefent.
10.2.3 Je kunt bepalen hoeveel keer een werktuig de kracht vergroot die erop werkt.
10.2.4 Je kunt verschillende soorten hefbomen herkennen.

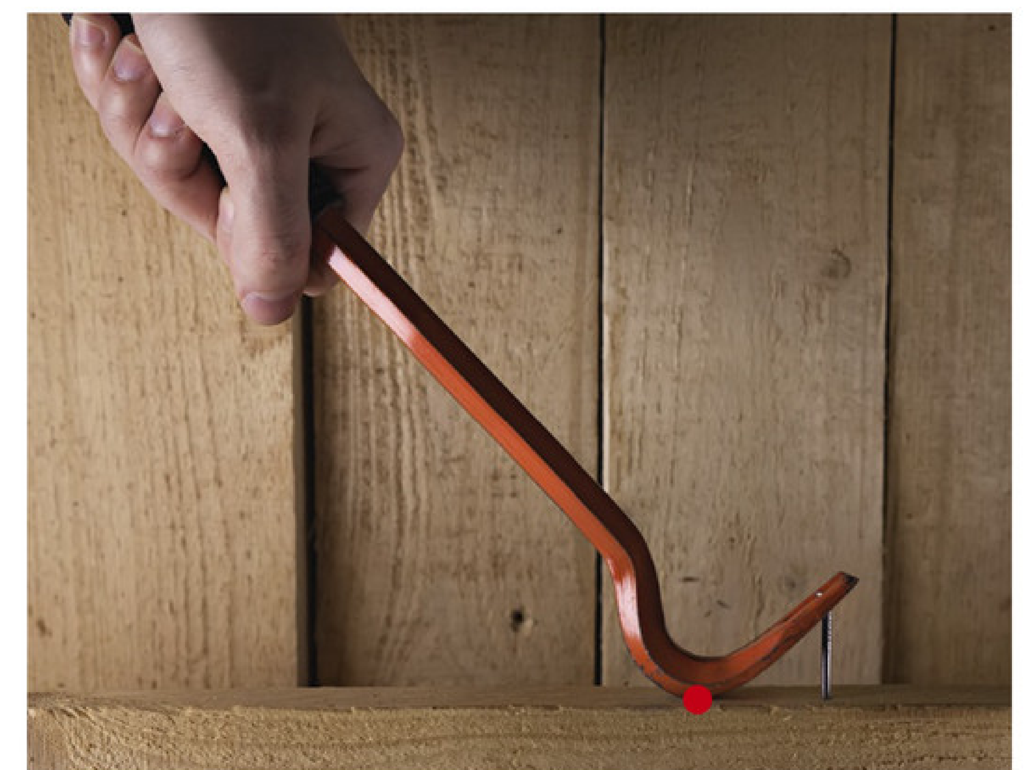
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	10.2.1	10.2.2	10.2.3	10.2.4	10.1.5*
Onthouden	4ab	5ab	2	3ab	
Begrijpen	6abc, 8a, 9ab, 11ab	1, 11e, 13a	8b, 9d		
Toepassen	9c	12bc, 13bc	7, 8c		11cd
Analyseren		8d, 10, 12a			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Linda snoeit een struik in haar tuin. Om dikke takken door te knippen, gebruikt ze een snoeischaar met extra lange handvatten. Waarom gaat dit gemakkelijker dan met een schaar met korte handvatten?

HEFBOMEN GEBRUIKEN

Veel werktuigen of gereedschappen die je elke dag gebruikt zijn **hefbomen**. Hefbomen helpen je om meer kracht uit te oefenen. Een koevoet is een goed voorbeeld van een hefboom. Met een koevoet kan een timmerman een spijker gemakkelijk uit een stuk hout trekken (afbeelding 1). Zoals elke hefboom heeft een koevoet een **draaipunt**. In afbeelding 1 is dat draaipunt aangegeven met een rode stip. Soms zet je er dan de letter D of P bij.



afbeelding 1 Een timmerman aan het werk.

In de situatie van afbeelding 1 heb je te maken met twee krachten. De spierkracht werkt op het uiteinde van de koevoet, ver van het draaipunt. Hierdoor oefent de koevoet een kracht uit op de spijker, dicht bij het draaipunt. De kracht op de spijker is veel groter dan de spierkracht. Zo kan een timmerman de spijker gemakkelijk lostrekken.

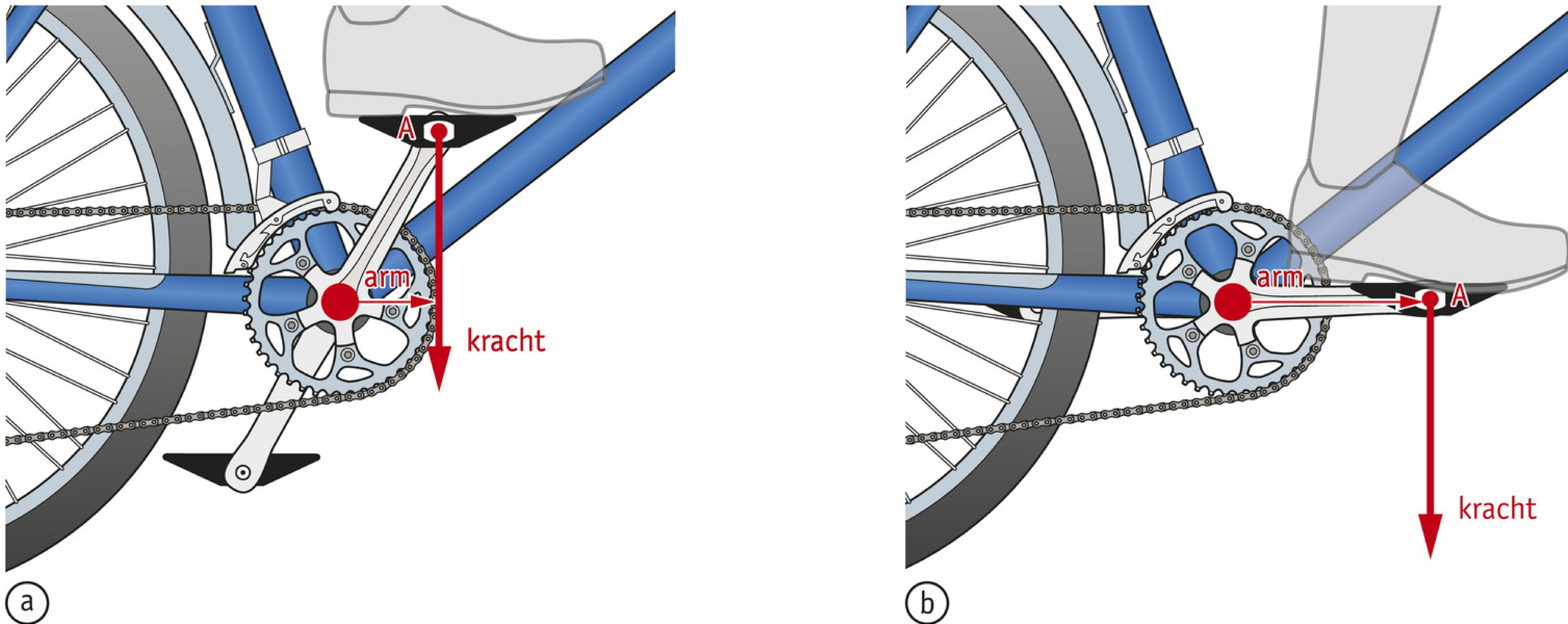
Hefbomen kom je niet alleen tegen in gereedschappen. Ook voorwerpen die je iedere dag vasthebt zijn hefbomen. Bijvoorbeeld een deurklink, een kraan en een stuur van een fiets.

DE ARM VAN EEN KRACHT

De **arm** van een kracht is de afstand tot het draaipunt. In afbeelding 2 zie je hoe je de arm van een kracht kunt meten. Eerst teken je het draaipunt van de hefboom. Dat is hier met een rode stip gedaan. Daarna teken je de kracht. Nu kun je de afstand van de kracht tot het draaipunt bepalen.

De arm staat altijd loodrecht op de lijn waarlangs de kracht werkt (de werklijn). Let erop dat de arm niet hetzelfde is als de lengte van de hefboom. In afbeelding 2 is twee keer dezelfde hefboom getekend, maar de arm in afbeelding 2a is kleiner dan de arm in afbeelding 2b.

afbeelding 2 Zo kun je de arm van de trapkracht bepalen.



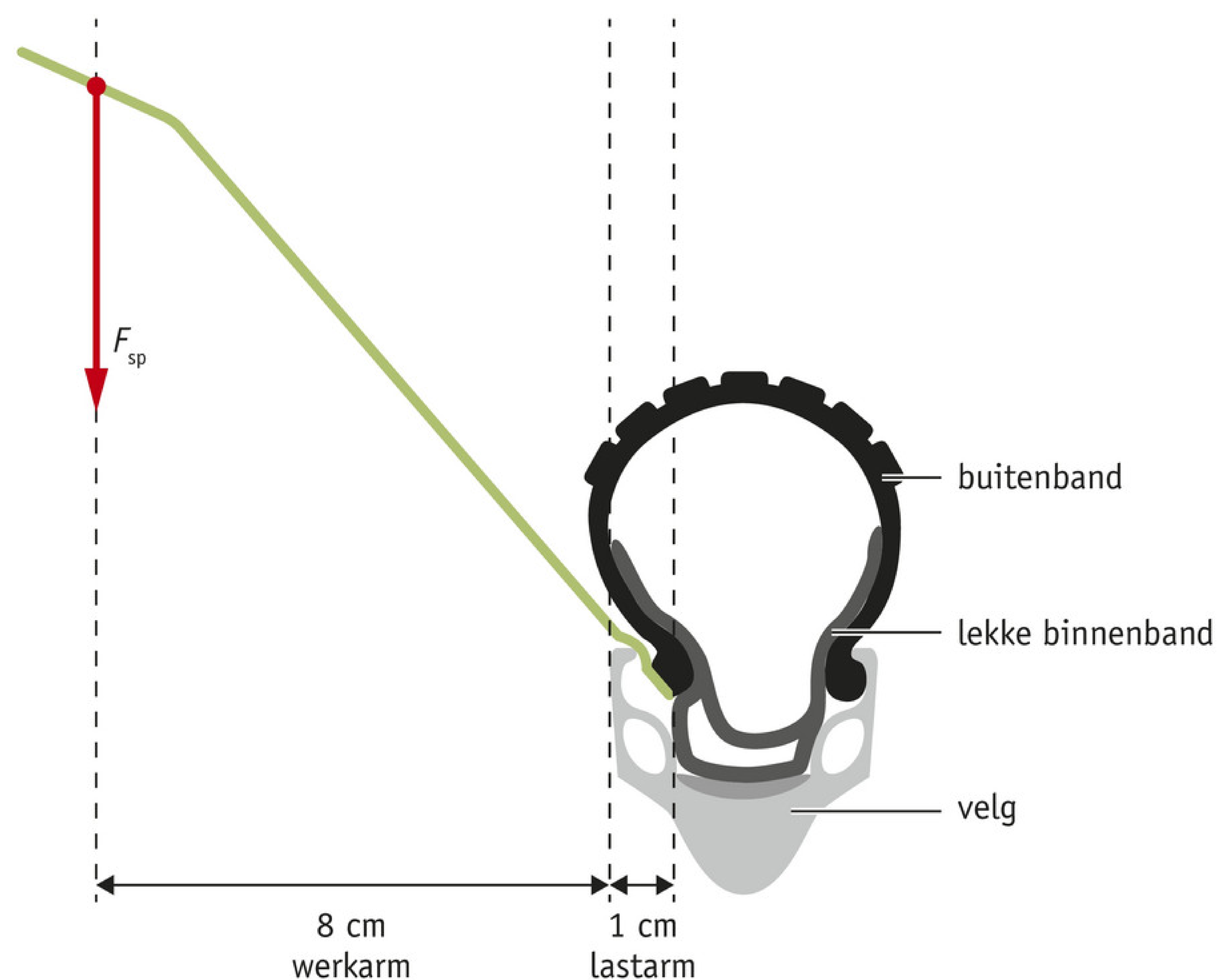
DE KRACHT VERGROTEN

PROEF 2

Als je een hefboom gebruikt, zijn er twee krachten van belang. Je hebt dat al gezien bij de koevoet. Om te beginnen oefen je zelf een kracht uit op de hefboom. Die kracht noem je de **werkkracht**. De hefboom oefent hierdoor een kracht uit op een ander voorwerp. Die kracht noem je de **last**.

Bij bijna alle hefbomen is ervoor gezorgd dat de **werkarm** groot is en de **lastarm** klein. Bij de bandenlichter in afbeelding 3 is de werkarm acht keer zo groot als de lastarm. De last is daardoor acht keer zo groot als de werkkracht. De algemene regel voor hefbomen is:

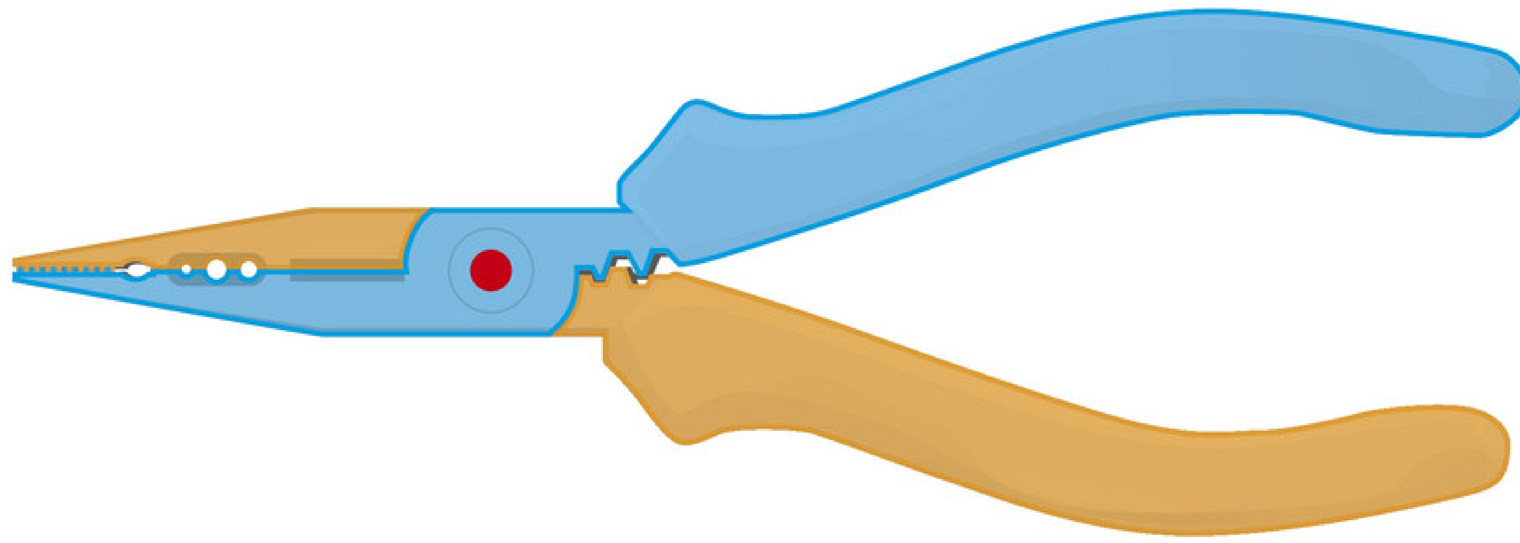
Als de werkarm *n* keer zo groot is als de lastarm, is de last *n* keer zo groot als de werkkracht.



afbeelding 3 Een band uit een velg lichten.

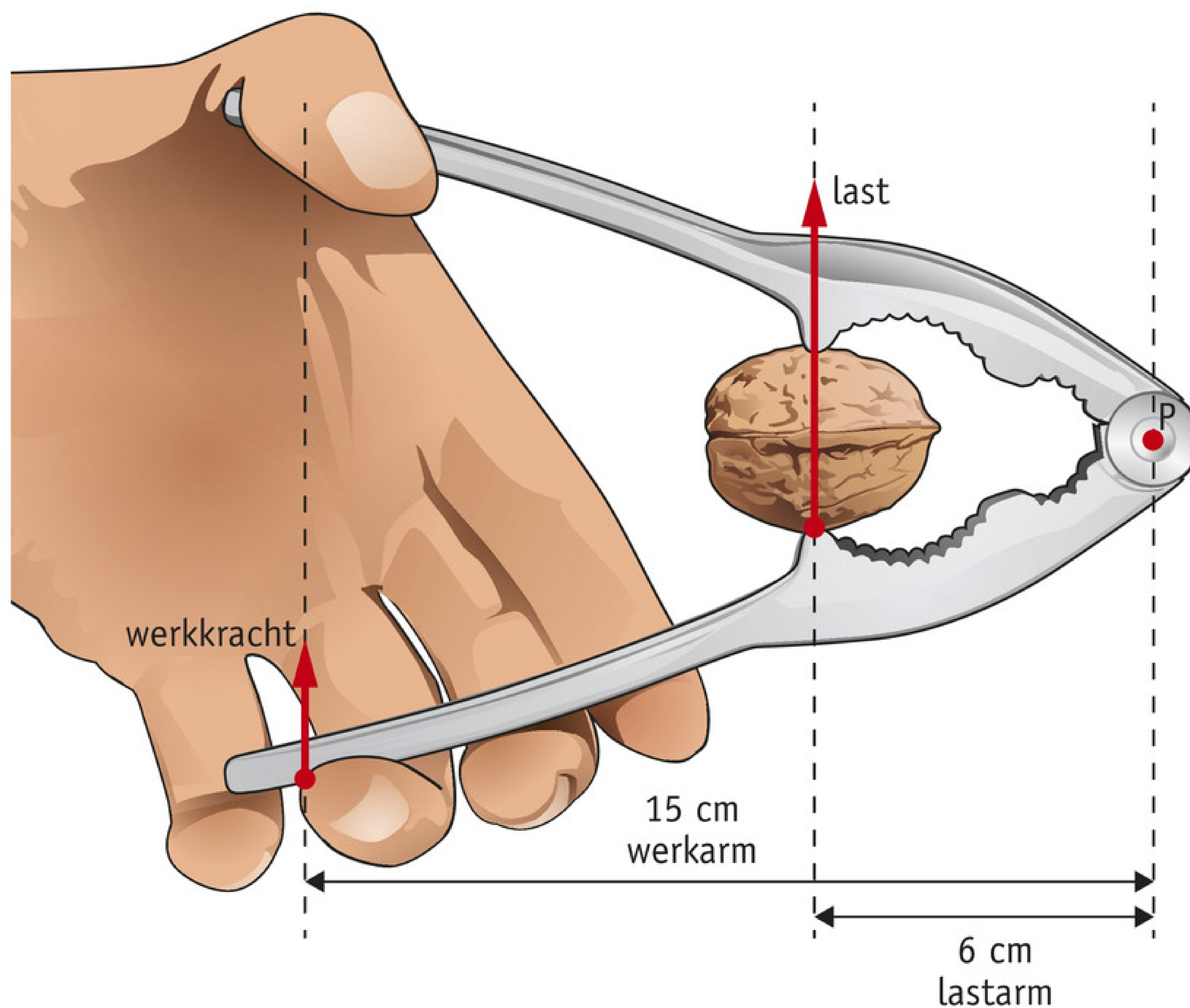
SOORTEN HEFBOMEN

Een koevoet is een voorbeeld van een **enkele hefboom**, net als een steeksleutel en een bandenlichter. Tangen en scharen bestaan uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien. In afbeelding 4 zie je zo'n **dubbele hefboom**: de ene hefboom is oranje, de andere is blauw. De beide hefbomen draaien rond de rode stip: het draaipunt.



afbeelding 4 Een dubbele hefboom: de mechanicatang.

Bij veel hefbomen ligt het draaipunt tussen de werkkracht en de last. Maar er zijn ook hefbomen waarbij het draaipunt aan het uiteinde zit. Dat zie je bij de notenkraker in afbeelding 5. De last ligt hier tussen de werkkracht en het draaipunt (P). Ook bij dit soort hefbomen kun je met de algemene regel voor hefbomen berekenen hoeveel keer de werkkracht wordt vergroot. Let er wel op dat je de armen juist meet.



afbeelding 5 Een notenkraker.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Met de notenkraker in afbeelding 5 vergroot je je spierkracht.
Bereken hoeveel keer de werkkracht wordt vergroot.

gegevens lastarm = 6 cm
werkarm = 15 cm

gevraagd vergroting van de werkkracht = ?

uitwerking De werkarm is $\frac{15}{6}$ = 2,5× groter dan de lastarm.

De werkkracht wordt dus 2,5× vergroot.

Een pincet is ook een voorbeeld van een hefboom waarbij het draaipunt aan het uiteinde zit. Bij een pincet zit de werkkracht tussen het draaipunt en de last (afbeelding 6). Hierdoor wordt de werkkracht verkleind in plaats van vergroot. De last is dus kleiner dan de werkkracht, waardoor je preciezer kunt werken.



afbeelding 6 Het draaipunt (P) zit links en de last zit helemaal rechts in de hefboom.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Waar bevindt zich het draaipunt van een hefboom?

- ○ A Het draaipunt bevindt zich altijd tussen de werkkracht en de last.
- ○ B Het draaipunt bevindt zich soms tussen de werkkracht en de last en soms aan het uiteinde van de hefboom.
- ○ C Het draaipunt bevindt zich altijd aan het uiteinde van de hefboom.

2 Een hefboom kan de werkkracht vergroten of verkleinen.
Als de werkarm 3× zo groot is als de lastarm, is de last 3× zo *klein* / *groot* als de werkkracht.

3 Werktuigen die je thuis gebruikt, kunnen enkele hefbomen en dubbele hefbomen zijn.

a Noteer drie werktuigen die uit één hefboom bestaan.

....

....

b Noteer drie werktuigen die uit twee hefbomen bestaan.

....

....

....

4 Vul in.

a Bij een hefboom is de arm van een kracht de .... tussen de kracht en het .... van de hefboom.

b Bij werktuigen die de kracht moeten vergroten, zorg je ervoor dat de werkarm .... is en de lastarm ....

5 Kies de juiste woorden.

a Bij een tang is de werkkracht *kleiner* / *groter* dan de last.

b Bij een pincet is de werkkracht *kleiner* / *groter* dan de last.

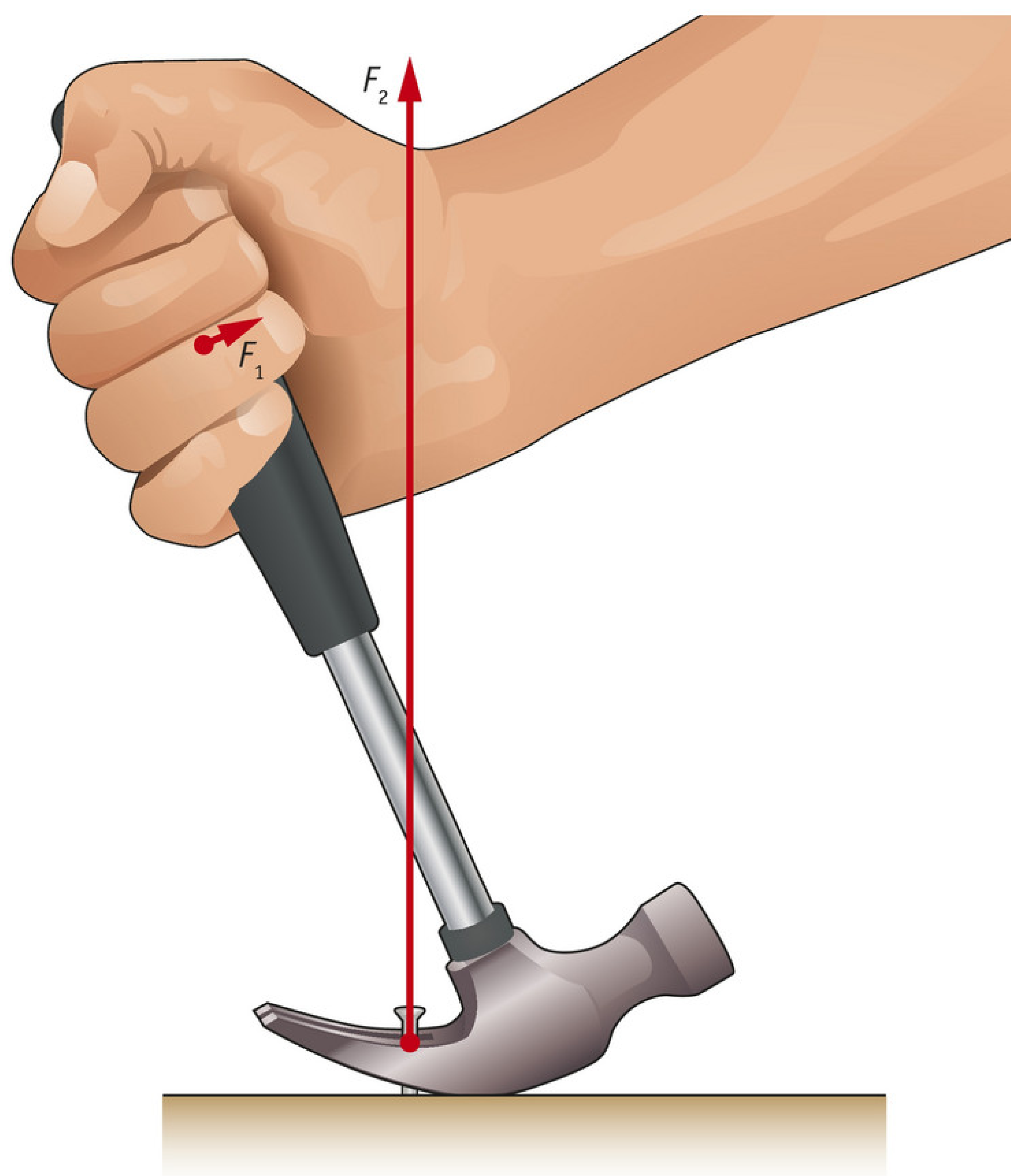
TOEPASSING

6 In afbeelding 7 zie je hoe Xander met een klauwhamer een spijker uit een balk trekt.

a Geef in de afbeelding met een punt en de letter P het draaipunt aan.

b De lastarm is .... cm.

c De werkarm is .... cm.



afbeelding 7 Zo kun je met een klauwhamer een spijker uit een balk trekken.

7 Janice knipt met de snoeischaar van afbeelding 8 een takje door. Ze knijpt met 50 N in het handvat bij punt W (werkkracht).
Bereken hoeveel kracht (de last) in punt L nodig is om het takje door te knippen.

....

....

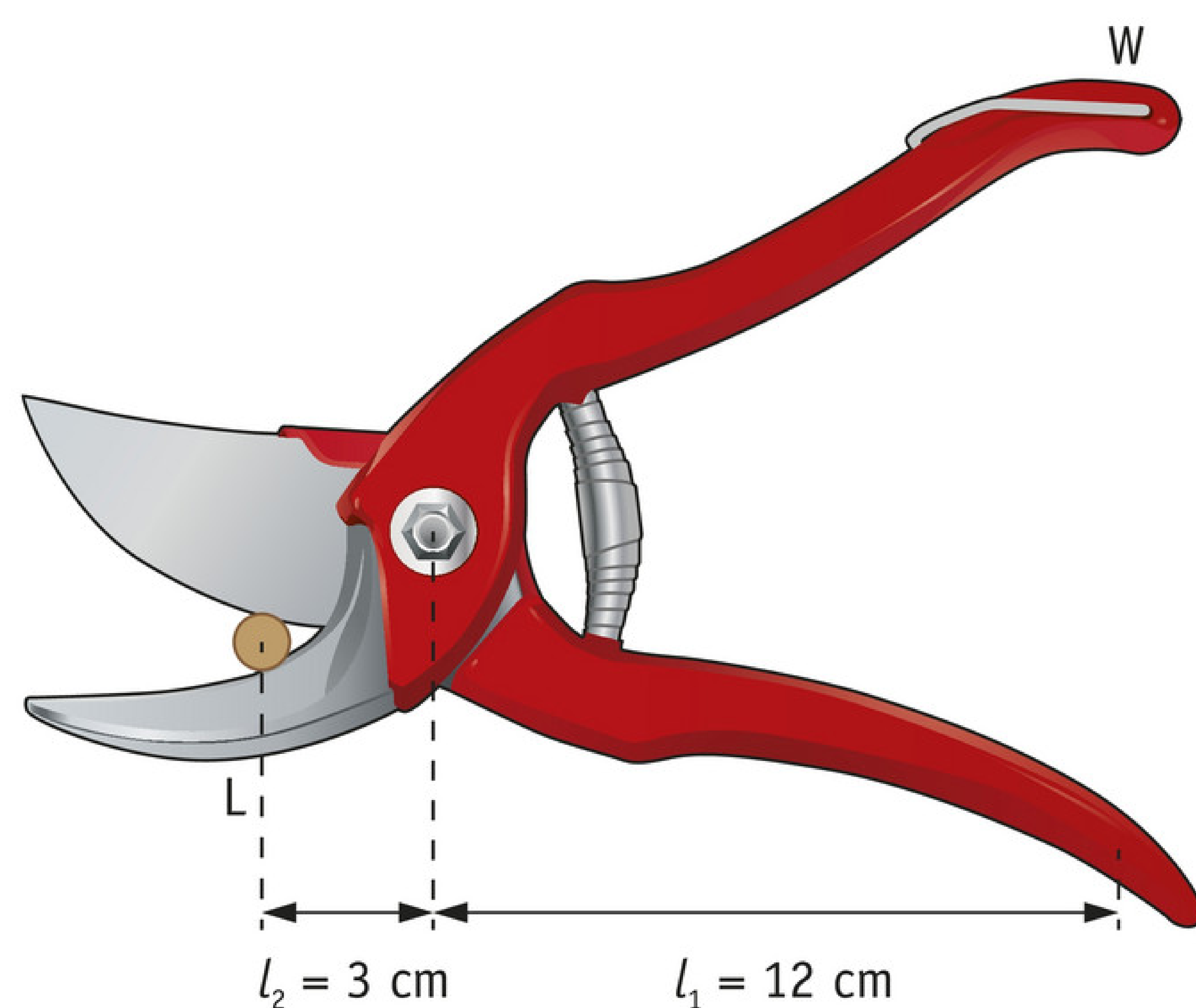
....

....

....

....

....



afbeelding 8 Met een snoeischaar knipt Janice een takje door.

★ 8  In afbeelding 9 zie je een kruiwagen gevuld met zand. Nienke probeert de kruiwagen bij de handvatten op te tillen. De krachten en de afmetingen zijn niet op schaal getekend.

a Teken met een rode stip waar het draaipunt van de kruiwagen zich bevindt.

b Vul de juiste woorden en getallen in.

De werkarm is .... cm.

De lastarm is .... cm.

De lastarm is .... × zo .... als de werkarm.

De last is dus .... × zo .... als de werkkracht.

c Hoe groot is de spierkracht (F_1) die Nienke nodig heeft om de kruiwagen op te tillen?

....

....

....

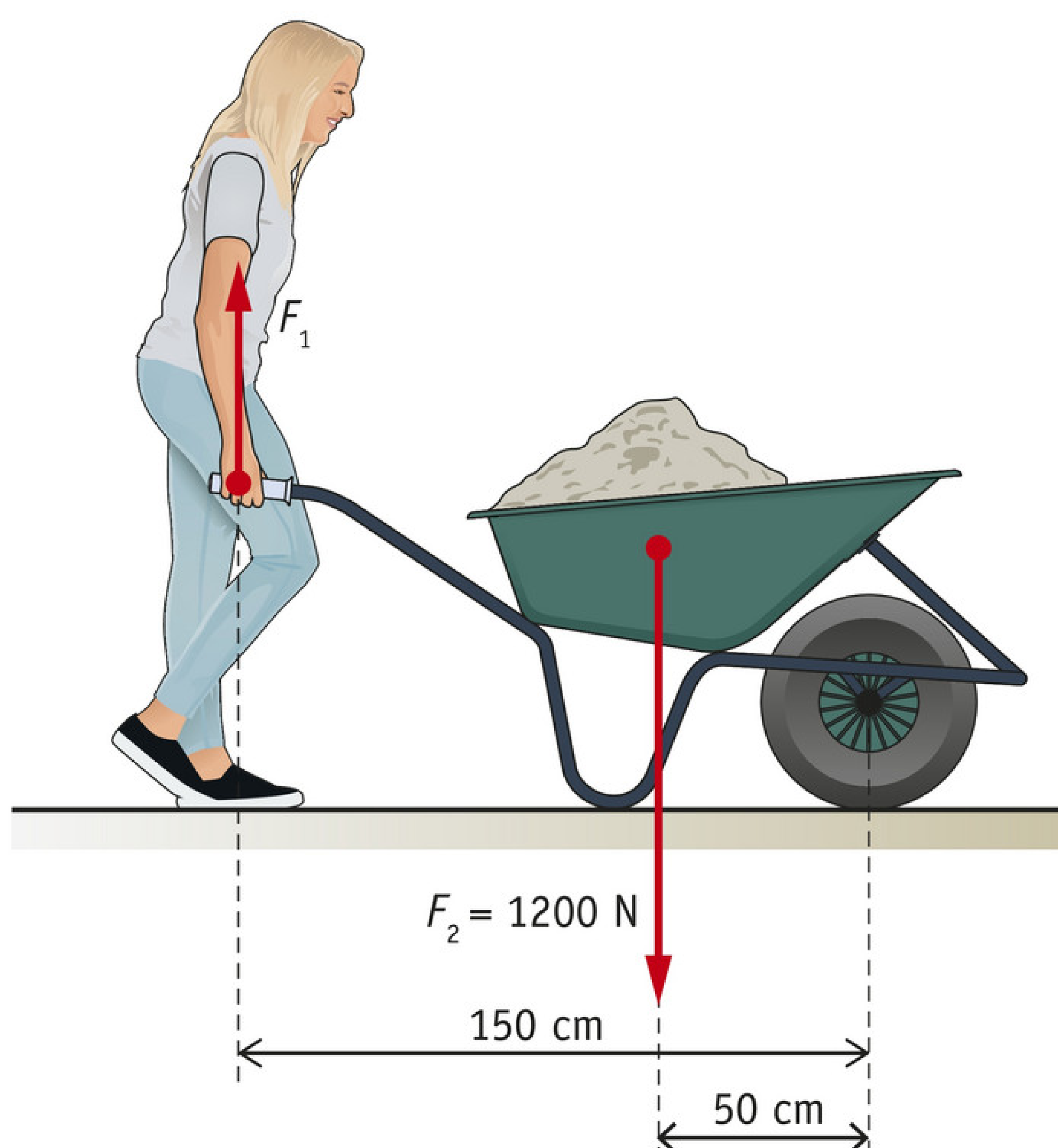
d Nienke is niet sterk genoeg; zij krijgt de kruiwagen niet van de grond.
Wat kan Nienke met het zand doen om de kruiwagen wel te kunnen optillen?

....

....

....

....



afbeelding 9 Een kruiwagen vol met zand.

9  In afbeelding 10 zie je een knoflookpers.

a Zet een rode stip op de plaats van het draaipunt.

b Bepaal in afbeelding 10 zo nauwkeurig mogelijk:

- de afstand van de last tot het draaipunt; .... cm
- de afstand van de plaats van de werkkracht tot het draaipunt. .... cm

c Waarom kun je de afstand van de hand tot het draaipunt niet precies meten?

....

....

d Vul de juiste woorden en getallen in.

De lastarm is ongeveer .... × zo .... als de werkarm.

De last is dus ongeveer .... × zo .... als de werkkracht.



afbeelding 10 Knoflook persen met een knoklookpers.

10 In afbeelding 11 zie je een steenkruiwagen.

a Hoe groot is de arm van de last van de stenen? ....

b De kruier tilt de kruiwagen op in A.
Hoe groot is de arm van de kracht die de kruier op de kruiwagen uitoefent?

....

c De stenen hebben een massa van 80 kg.
Hoe groot is de zwaartekracht op de stenen?

....

....

....

....

....

d De kruiwagen heeft een massa van 15 kg.
Bereken de totale zwaartekracht op de kruiwagen en de stenen.

....

....

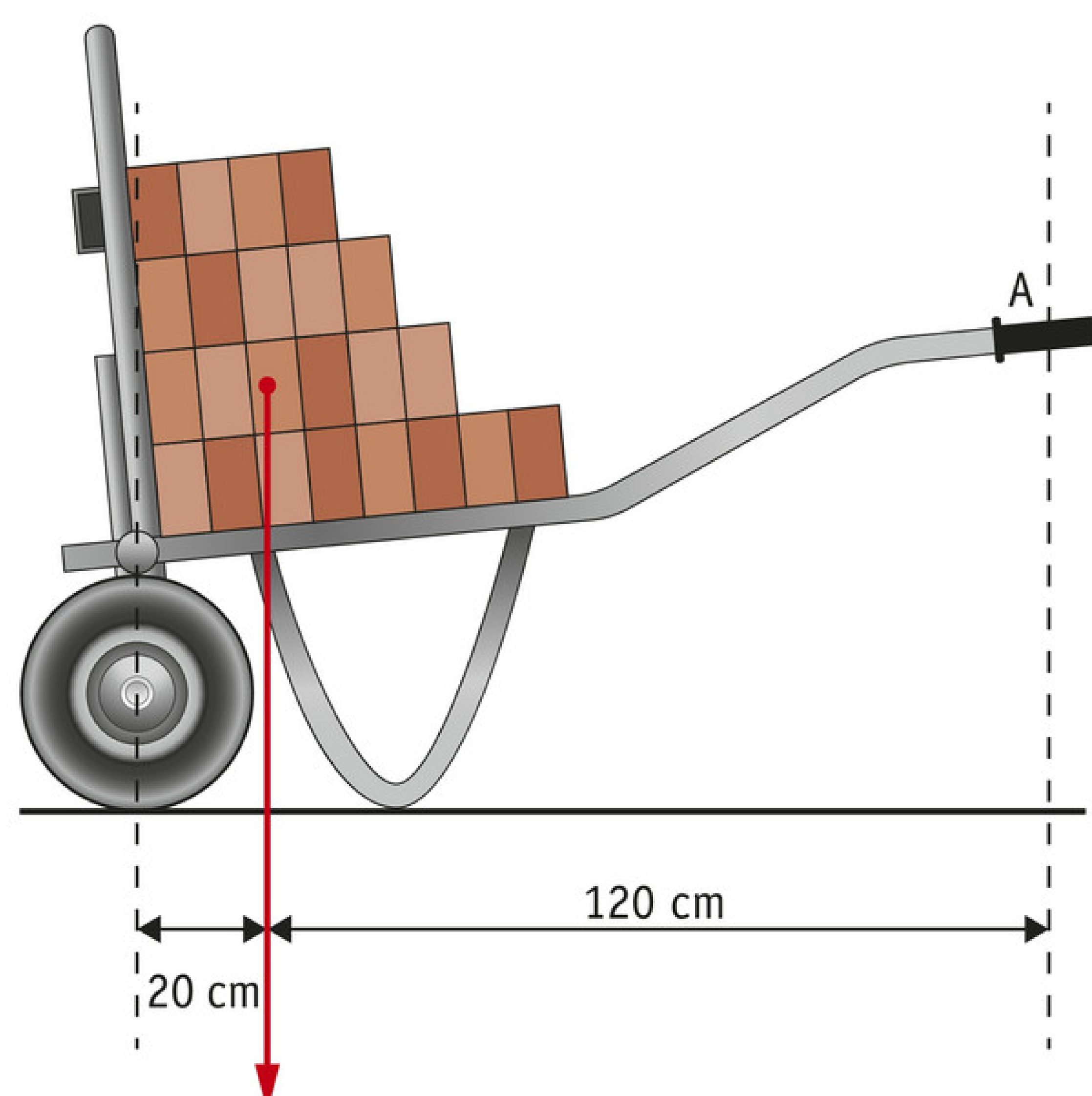
....

....

....

....

e De kracht die de kruier uitoefent, is *kleiner* / *groter* dan de zwaartekracht op de kruiwagen en de stenen.



afbeelding 11 Een steenkruiwagen.

★ 11 In afbeelding 12 zie je twee schroevendraaiers. Ze zijn geschikt om dezelfde schroeven in een houten balk te draaien. Beide schroevendraaiers zijn even lang; de bovenste schroevendraaier heeft een dikker handvat.

a Leg uit met welke schroevendraaier je met de minste moeite een schroef in een houten balk draait.

....

....

....

b Met een schroevendraaier kun je een deksel van een verfblik halen. In afbeelding 13 worden de schroevendraaiers van afbeelding 12 gebruikt.
Met welke schroevendraaier gaat het verfblik het gemakkelijkst open?

- ○ A met schroevendraaier a
- ○ B met schroevendraaier b
- ○ C Met beide schroevendraaiers gaat dat even gemakkelijk.
- ○ D Dat kun je niet beoordelen met de beschikbare gegevens.

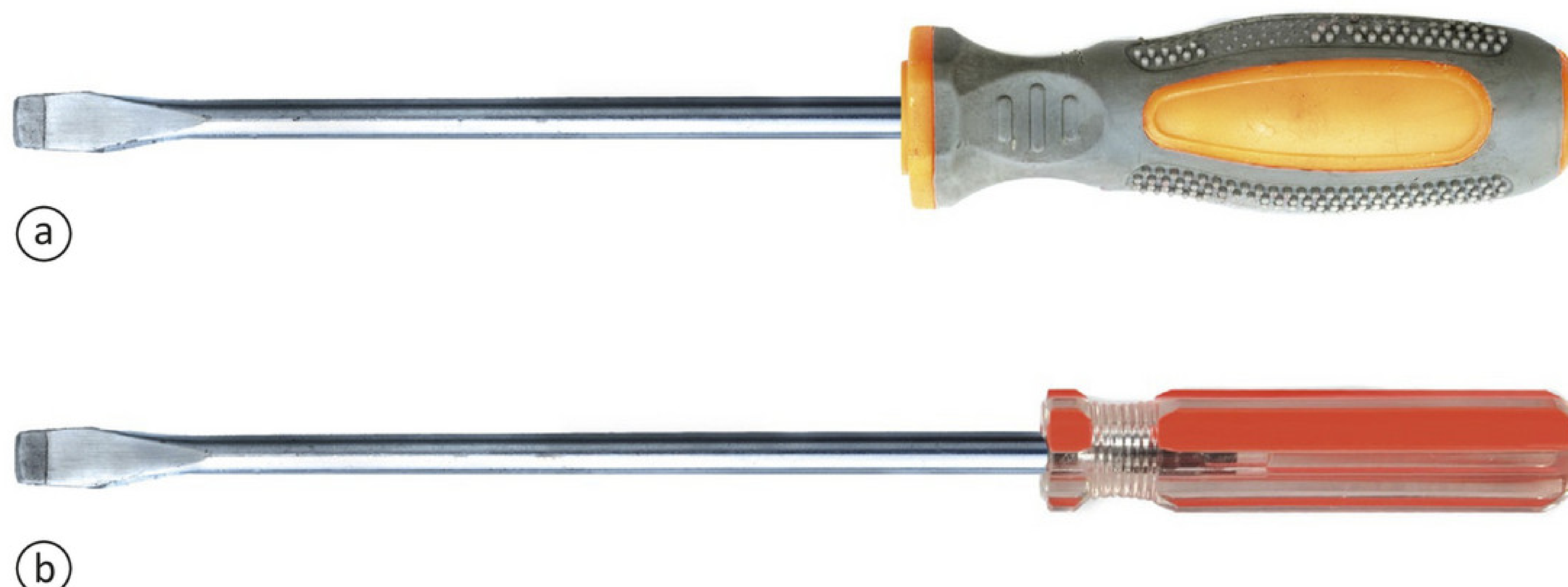
c Leg je antwoord bij opdracht b uit.

....

....

....

afbeelding 12 Twee schroevendraaiers.



afbeelding 13 Een verfblik openmaken.



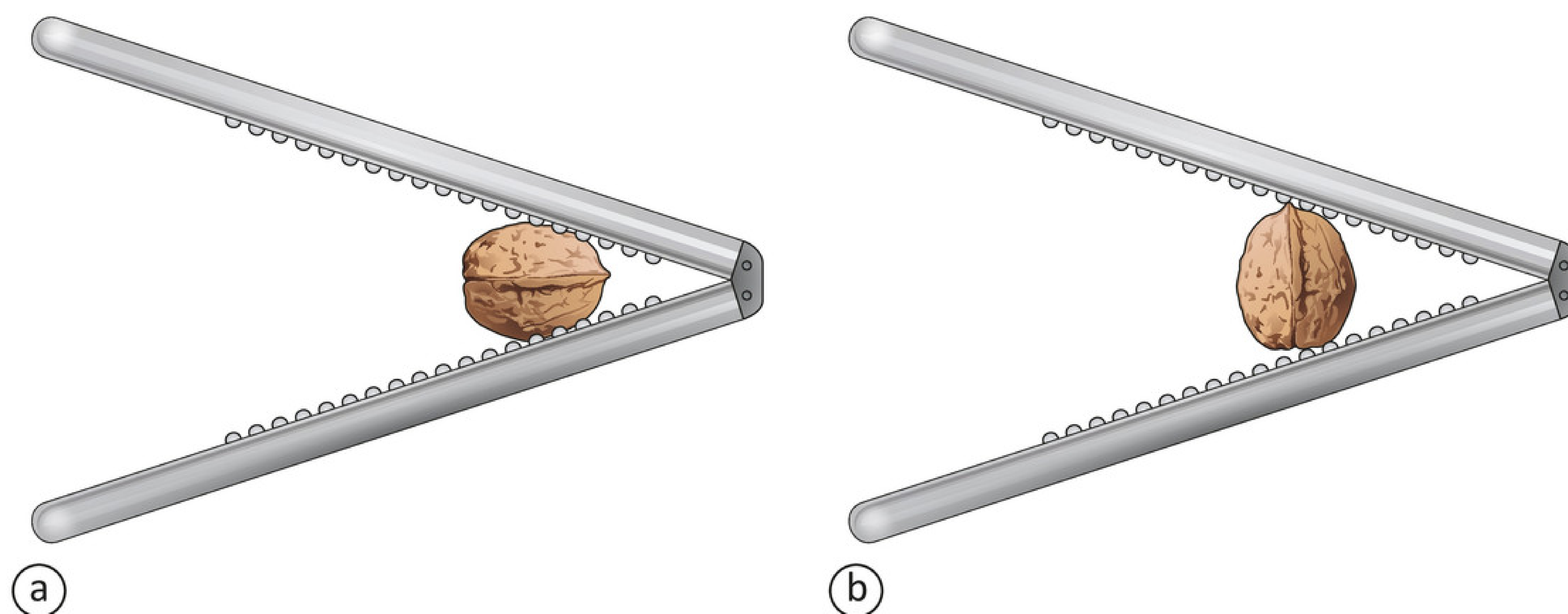
12 Sommige noten zijn keihard en moeilijk te kraken. In afbeelding 14 zijn twee manieren getekend om een noot met een notenkraker te kraken. Je knijpt bij beide manieren op dezelfde plaats in de notenkraker.
Leg uit op welke manier je de noot het gemakkelijkst kraakt.

....

....

....

afbeelding 14 Hoe kraak je een harde noot?



13 Een keukentang is een handige hulp in de keuken (afbeelding 15). Je kunt er sla mee opscheppen en vlees mee omdraaien in een pan. Ook de keukentang is een hefboom met een draaipunt, een last en een werkkracht.

a Welke volgorde is van toepassing op de keukentang?
- ○ A last – draaipunt – werkkracht
- ○ B last – werkkracht – draaipunt
- ○ C werkkracht – last – draaipunt

b Bij een keukentang is de werkarm *kleiner* / *groter* dan de lastarm.

c Bij een keukentang is de werkkracht *kleiner* / *groter* dan de last.



afbeelding 15 Een keukentang is een handige hulp om sla op te scheppen.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Katrollen en takels

LEERDOELEN

10.3.1 Je kunt het verschil tussen vaste en losse katrollen beschrijven.
10.3.2 Je kunt het verschil tussen een takel en een katrol uitleggen.
10.3.3 Je kunt uitleggen hoe je de kracht met een takel kunt verminderen.
10.3.4 Je kunt berekenen hoeveel de hijskracht door een takel wordt vergroot.
10.3.5 Je kunt berekenen hoeveel de hijsafstand door een takel wordt verminderd.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	10.3.1	10.3.2	10.3.3	10.3.4	10.3.5
Onthouden	3bc	3a	2abc, 3d	4ab	
Begrijpen	8ab, 9a	1			
Toepassen	5, 8c		6abc	7bc, 11b	7a, 12bc
Analyseren			10ab	9c, 12a	9b, 11a

Met een geschikte takel kun je zware voorwerpen moeiteloos ophijsen. Zou je ook voorwerpen die zwaarder zijn dan jezelf zonder veel moeite omhoog kunnen hijsen?

DE VASTE KATROL

Een **katrol** bestaat uit een platte schijf met een groef waar een touw of een kabel in ligt. De schijf draait om een as (afbeelding 1).



afbeelding 1 Een katrol.

In afbeelding 2 zie je hoe een verhuisdoos wordt opgehesen met behulp van een katrol. De katrol zit vast aan een balk en kan niet op en neer bewegen. In deze situatie is de katrol een **vaste katrol**. De doos heeft een massa van 20 kg. Er trekt dus een kracht van 200 N aan het touw.



afbeelding 2 Hijsen met een vaste katrol.

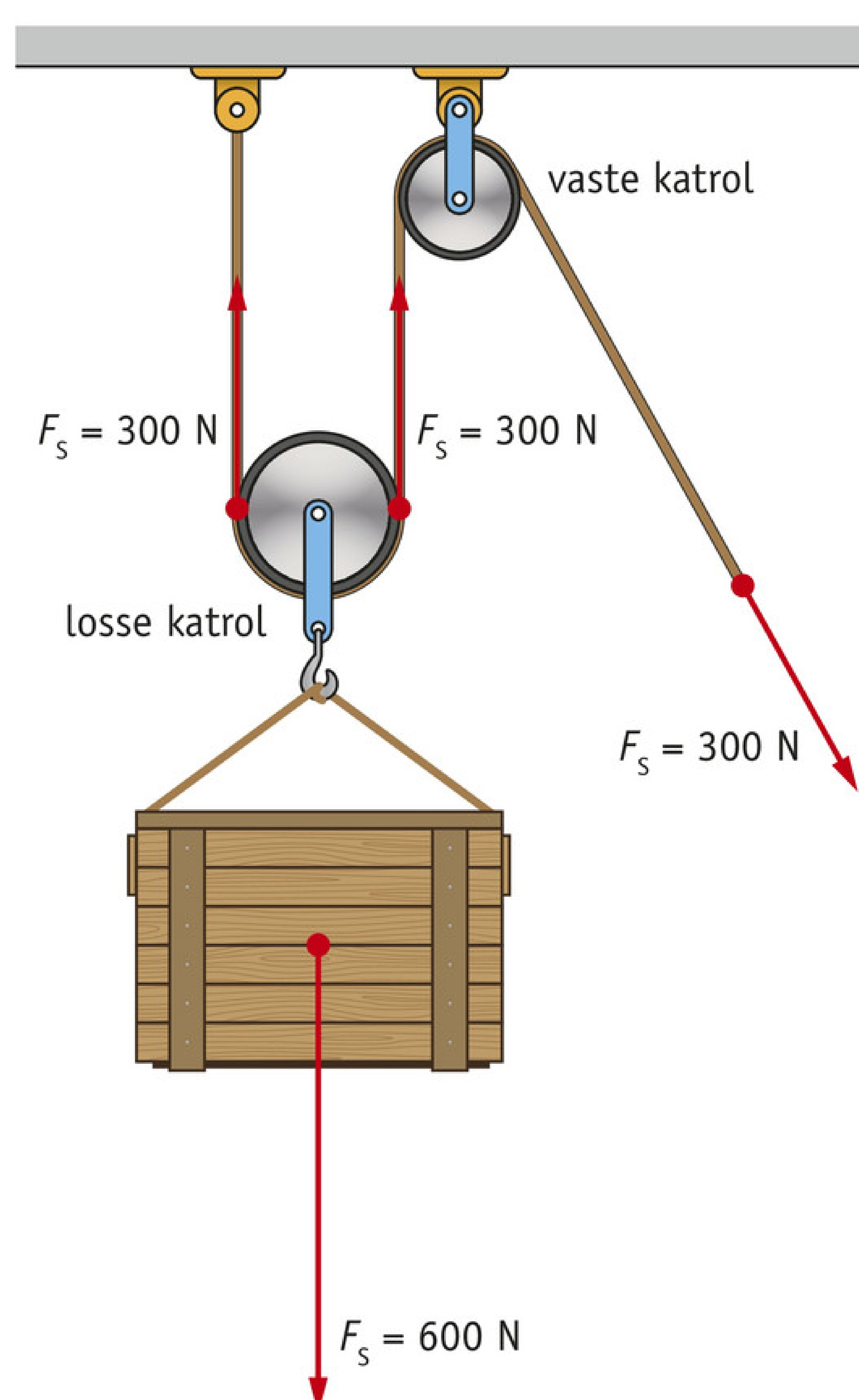
Om de verhuisdoos omhoog te hijsen, moet je met een kracht van 200 N aan het touw trekken. In het begin is de **hijskracht** zelfs nog iets groter dan 200 N; anders komt de doos niet in beweging. Daarna is een hijskracht van 200 N genoeg om de doos verder te laten bewegen.

Een vaste katrol zorgt er niet voor dat je minder hard aan het touw hoeft te trekken. Hij verandert alleen de richting van de kracht. Toch is zo'n katrol een nuttig hulpmiddel. Het is gemakkelijker om een touw naar beneden te trekken dan een voorwerp op te tillen: je kunt met je hele gewicht aan het touw gaan hangen.

HIJSEN MET EEN TAKEL

Veel voorwerpen zijn zo zwaar dat je ze zelfs met een vaste katrol niet omhoog kunt hijsen. Denk bijvoorbeeld aan een piano die je naar een zolderkamer moet hijsen. Ook al ga je met je hele gewicht aan het touw hangen, de piano komt niet van zijn plaats. In dit soort situaties heb je een **takel** nodig.

In afbeelding 3 is een takel getekend met één vaste en één losse katrol. Een **losse katrol** beweegt op en neer, samen met het voorwerp dat wordt verplaatst. Het voorwerp hangt bij deze takel aan twee stukken touw: het ene uiteinde zit vast aan het plafond, het andere uiteinde heb je in je handen.



afbeelding 3 Hijsen met een takel.

De kist in afbeelding 3 heeft een massa van 60 kg. De zwaartekracht op de kist is dus 600 N. Toch hoef je maar met een kracht van 300 N aan het touw te trekken. Dat komt doordat de kist aan twee stukken touw hangt. Elk stuk touw levert een kracht van 300 N: het stuk touw links doordat jij eraan trekt, het stuk touw rechts doordat het touw aan het plafond is vastgemaakt. Samen leveren de twee stukken touw 600 N en dat is genoeg om de kist op te hijsen.

WINST EN VERLIES VAN EEN TAKEL

PROEF 3

De takel in afbeelding 3 maakt vergeleken met een vaste katrol de hijskracht op het voorwerp twee keer zo groot. Je hoeft maar met 300 N aan het touw te trekken om een voorwerp van 600 N omhoog te hijsen. Dat is de winst van de takel.

Maar een takel doet meer dan alleen de kracht 'vergroten'. Behalve winst is er ook verlies. In afbeelding 3 kun je zien waaraan dat ligt. De twee stukken touw waaraan de kist hangt, moeten allebei korter worden gemaakt. Daardoor gaat de kist maar één meter omhoog als je het touw twee meter naar beneden trekt. Dat is het verlies van de takel.

Veel takels hebben meer dan twee katrollen. Hoe groter het aantal katrollen, des te groter wordt de hijskracht en des te kleiner de hijsafstand. De **hijsafstand** is de afstand die het voorwerp omhoog beweegt. Voor elke takel geldt:

> Als het voorwerp aan *n* stukken touw hangt,
> wordt de hijskracht *n* keer zo groot en de hijsafstand *n* keer zo klein.

VOORBEELDOPDRACHT 1

De takel in afbeelding 4 heeft zes katrollen: drie vaste en drie losse. Alfons heeft een last van 75 kg en wil deze met een takel 8,0 m omhooghijsen.
Bereken met hoeveel kracht Alfons aan het touw moet trekken (F_s) en hoeveel meter touw hij moet inhalen.

Het voorwerp hangt aan zes stukken touw, dus $n = 6$.

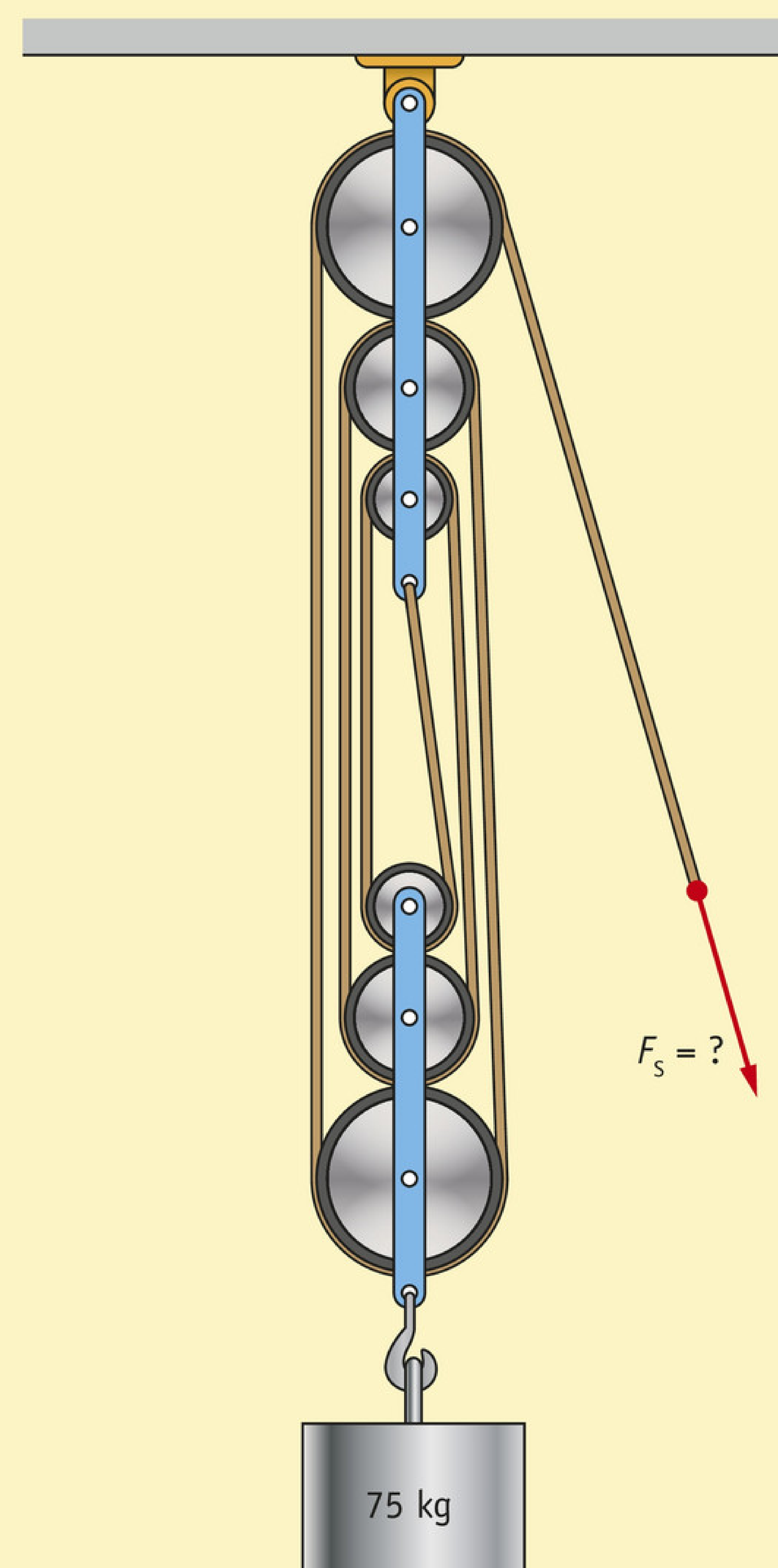
gegevens $m = 75$ kg
$h = 8{,}0$ m

gevraagd $F_s = ?$ N

uitwerking $F_z = m \cdot g = 75 \times 10 = 750$ N

De benodigde spierkracht is $F_s = \frac{F_z}{n} = \frac{750}{6} = 125$ N.

Het aantal meters touw is $h \cdot n = 8{,}0 \times 6 = 48$ m.



afbeelding 4 Grotere kracht, kleinere hijsafstand.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Ashur moet een zware kist hijsen.
Welke bewering hierover is waar?

- ○ A Hij kan het best een losse katrol gebruiken.
- ○ B Hij kan het best een vaste katrol gebruiken.
- ○ C Hij kan het best een takel maken met een vaste en een losse katrol.
- ○ D Hij kan het best een takel maken met twee vaste katrollen.

2 Zijn de uitspraken waar of onwaar?

a Met een takel hoef je minder kracht te zetten om een voorwerp te hijsen dan met een vaste katrol. *waar / onwaar*

b Met een takel moet je een langer stuk touw inhalen om een voorwerp te hijsen dan met een vaste katrol. *waar / onwaar*

c Een takel en een losse katrol zijn verschillende namen voor hetzelfde voorwerp. *waar / onwaar*

3 Vul in.

a Een katrol die op en neer beweegt, samen met het voorwerp dat wordt opgehesen, is een .... katrol.

b Een katrol die zo is vastgemaakt dat hij niet op en neer kan bewegen, is een .... katrol.

c Een combinatie van minstens één vaste en één losse katrol is een ....

d Hoe groter het aantal katrollen in een takel, hoe groter de .... en hoe kleiner de ....

4 Voor het hijsen van zware voorwerpen worden takels gebruikt met een groot aantal katrollen.
Als een voorwerp aan *n* stukken touw hangt:

a wordt de hijskracht *n* keer zo ....

b wordt de hijsafstand *n* keer zo ....

TOEPASSING

5 Een verhuizer hijst een doos met een massa van 30 kg met een vaste katrol.
Met welke kracht moet de verhuizer aan het touw trekken?

- ○ A 150 N
- ○ B 300 N
- ○ C 450 N
- ○ D 600 N

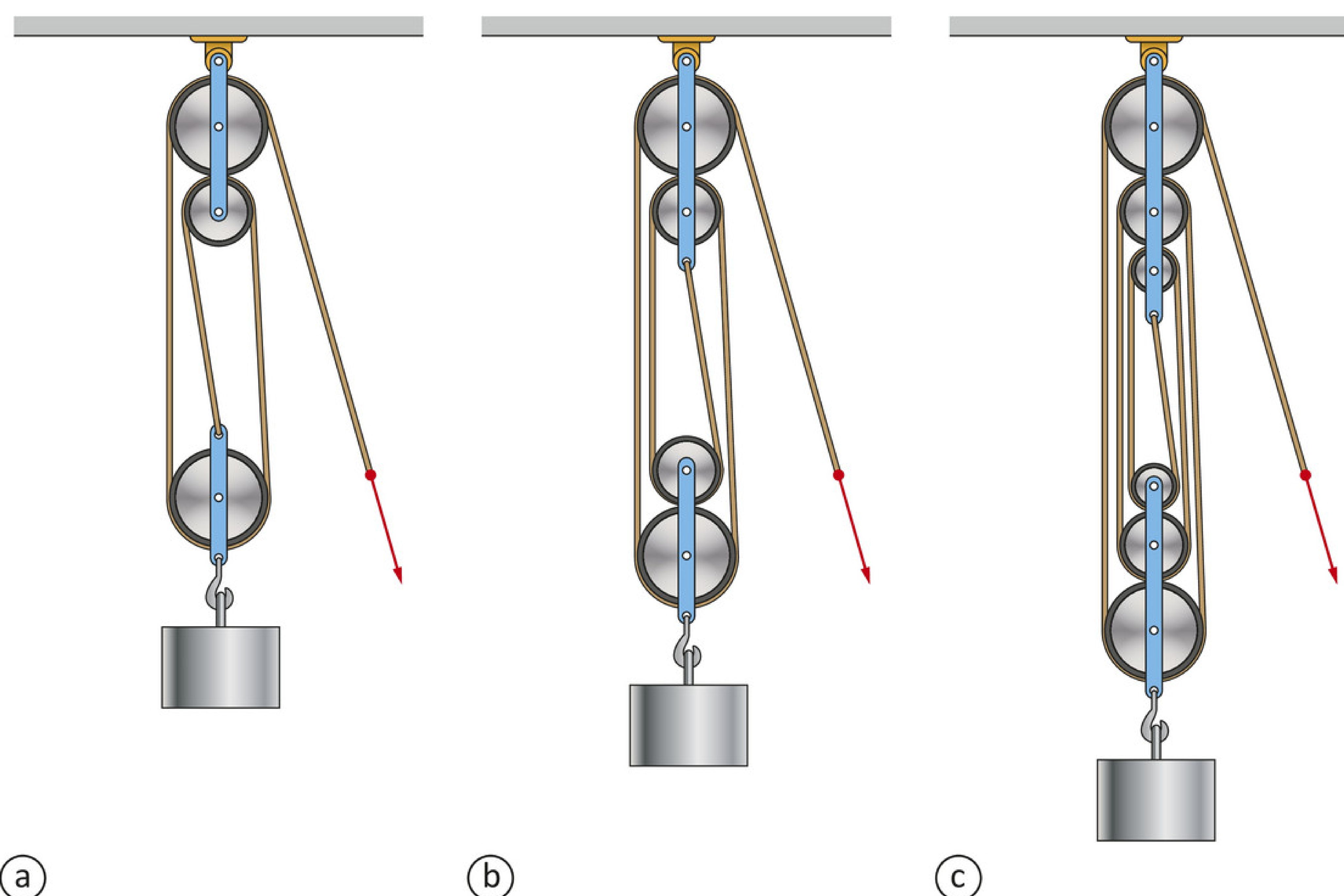
6 In afbeelding 5 zijn drie takels getekend.
Hoeveel groter wordt de hijskracht (en hoeveel kleiner de hijsafstand):

a bij de takel in afbeelding 5a? ....

b bij de takel in afbeelding 5b? ....

c bij de takel in afbeelding 5c? ....

afbeelding 5 Drie takels.



7  Met een takel wordt een piano met een massa van 250 kg opgehesen. Als er 1 m van het touw wordt binnengehaald, gaat de piano 20 cm omhoog.

a Leg uit aan hoeveel stukken touw de piano hangt.

....

....

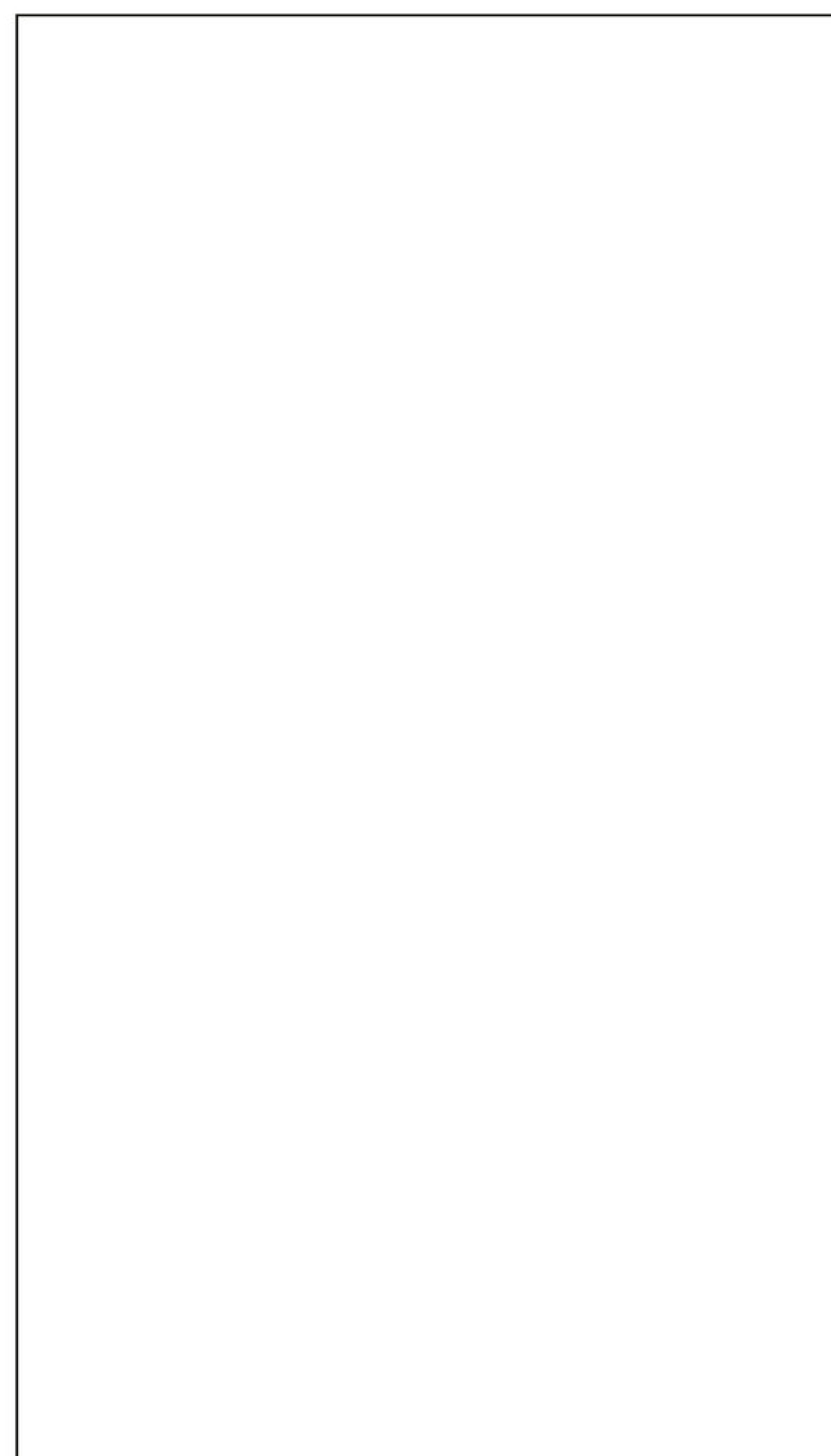
....

....

b Maak een schets van de takel waarmee de piano wordt opgehesen. Gebruik hierbij afbeelding 5 als voorbeeld.

c Met welke kracht moet je aan het touw trekken zodat de piano niet naar beneden valt?

- ○ A 50 N
- ○ B 500 N
- ○ C 1250 N
- ○ D 12 500 N



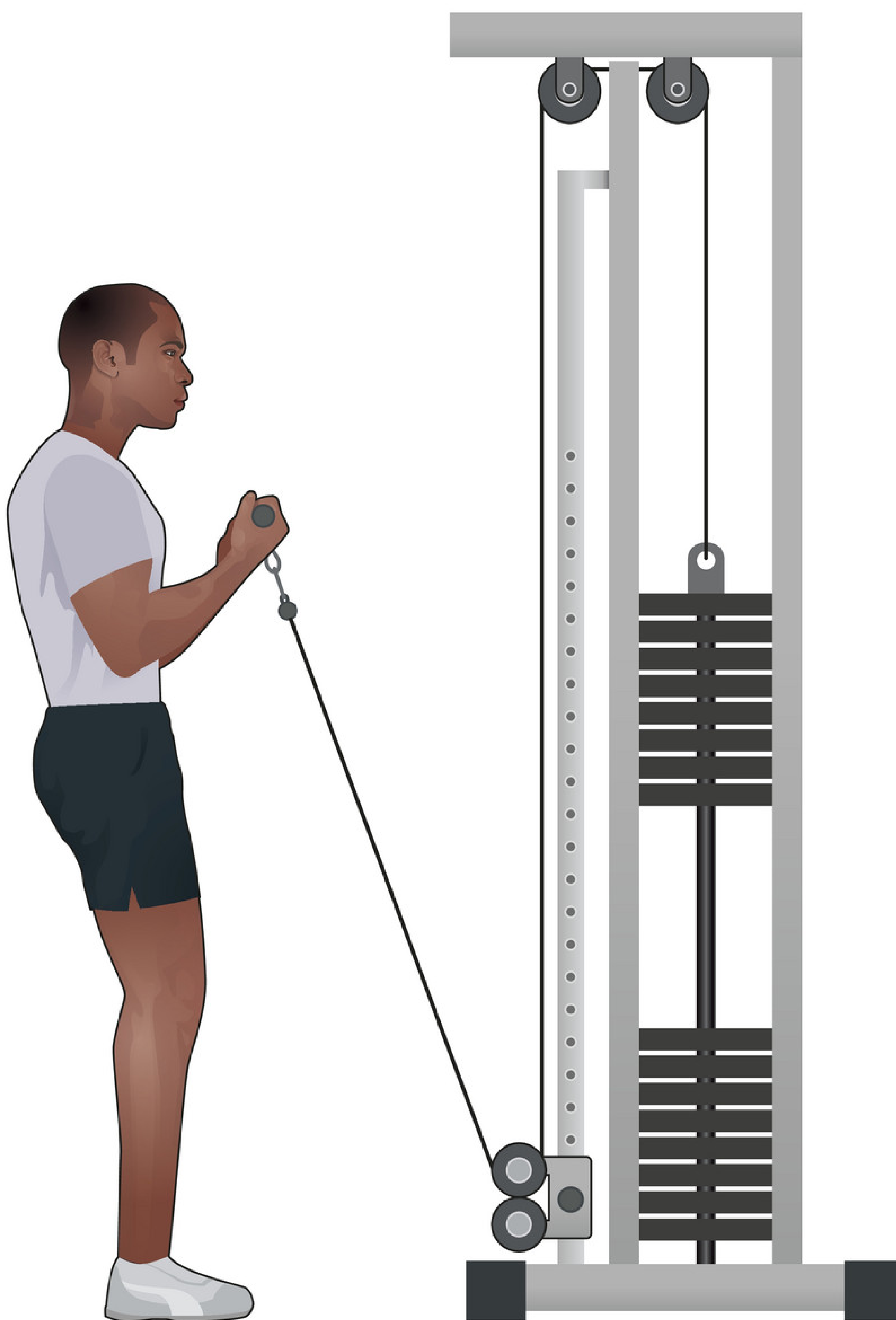
8 Dorian traint zijn lichaam met een fitnessapparaat door het handvat met beide handen naar zijn borst te trekken (afbeelding 6).

a Hoeveel vaste katrollen gebruikt Dorian met zijn oefening?

- ○ A 0
- ○ B 1
- ○ C 2
- ○ D 3
- ○ E 4

b Door de katrollen verandert *wel* / *niet* de richting van de kracht.

c De spierkracht om de gewichten op te hijsen met deze katrollen is *kleiner dan* / *even groot als* / *groter dan* de zwaartekracht op de gewichten.



afbeelding 6 Dorian in actie bij het fitnessapparaat.

★ 9

Natuurkundeleraar Robert heeft in zijn badkamer een beweegbare douchekop gemaakt.
De doucheslang kan over de katrollen bewegen (afbeelding 7).

a Uit hoeveel losse katrollen bestaat de beweegbare douchekop?

....

b Robert trekt aan katrol A. Deze gaat 40 cm naar beneden.
Wat is de afstand die de douchekop omhoog beweegt?

- ○ A 10 cm
- ○ B 20 cm
- ○ C 40 cm
- ○ D 80 cm

c De douchekop heeft een massa van 1,3 kg.
Hoe groot moet de massa van katrol A zijn, zodat de douchekop op deze hoogte blijft hangen?

- ○ A 0,65 kg
- ○ B 1,3 kg
- ○ C 2,6 kg
- ○ D 5,2 kg

naar: examen 2019 variant 1 vmbo-bb



afbeelding 7 Een beweegbare douchekop.

★ 10

Er zijn verschillende katrolsystemen om een zeil op te hijsen. In afbeelding 8 zijn drie mogelijkheden getekend. Je ziet steeds een stukje van de bovenkant van de mast met een stukje van het zeil dat moet worden gehesen. Ook de richting van de kracht *F* is aangegeven.

a Bij welk systeem is kracht *F* het grootst?

- ○ A bij systeem a
- ○ B bij systeem b
- ○ C bij systeem c

b Bilal zegt dat je het zeil uit afbeelding 8 het gemakkelijkst kunt hijsen met systeem b. Heeft Bilal gelijk? Leg je antwoord uit.

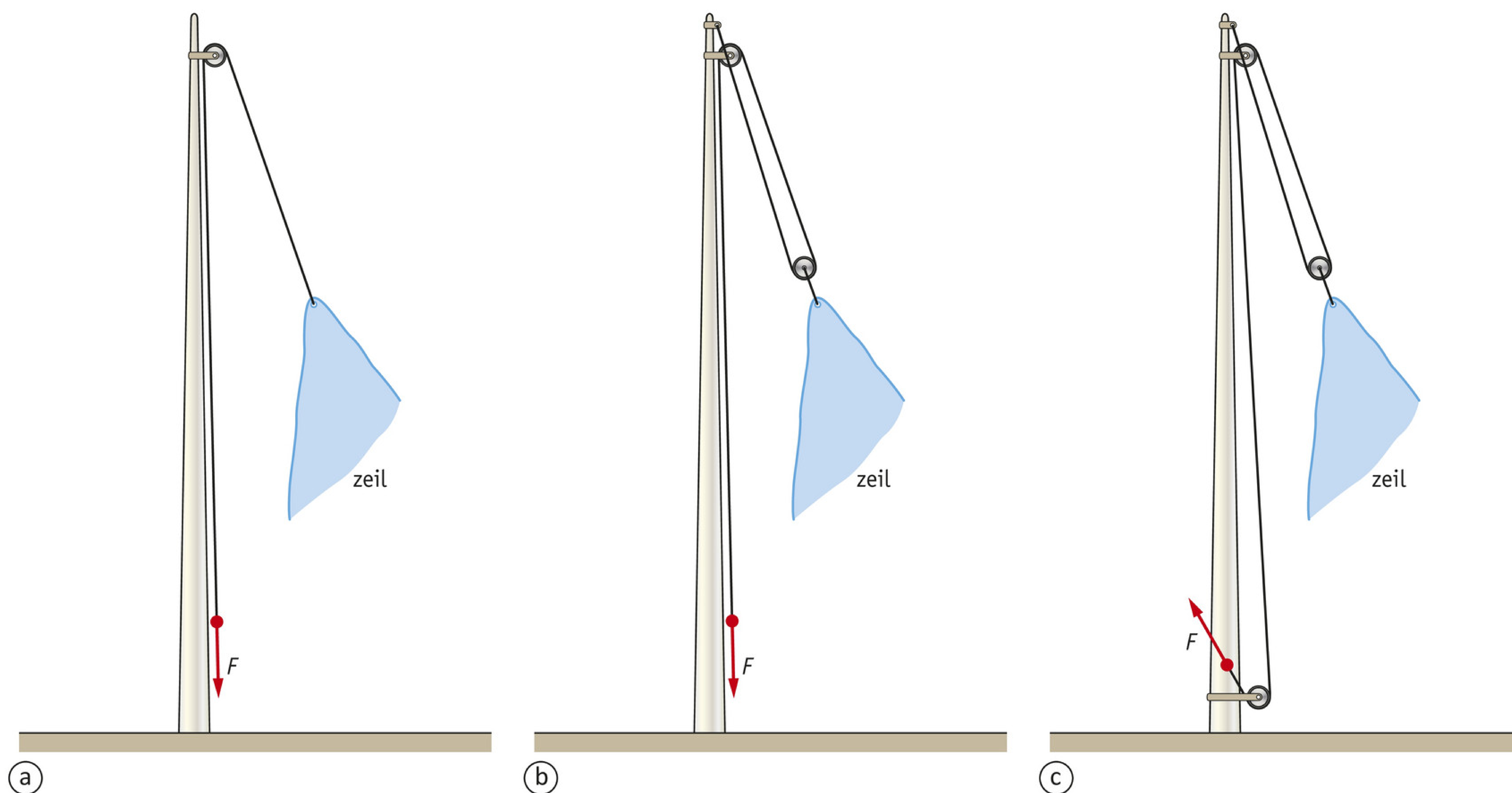
....

....

....

....

afbeelding 8 Drie katrolsystemen om een zeil op te hijsen.



★ 11

In afbeelding 9 is een windas getekend. Een windas werkt net als een takel: hij maakt de hijskracht groter en de hijsafstand kleiner. Als je het touw 35 cm inhaalt, gaat de emmer 10 cm omhoog.

a Het touw bij A wordt 4,0 m ingehaald.
Bereken hoeveel meter de emmer dan omhooggaat.

....

....

....

b Een boer wil met een emmer water uit zijn waterput omhooghijsen. De emmer heeft een massa van 10 kg.
Bereken met hoeveel kracht de boer aan het touw moet trekken om de emmer op te hijsen.

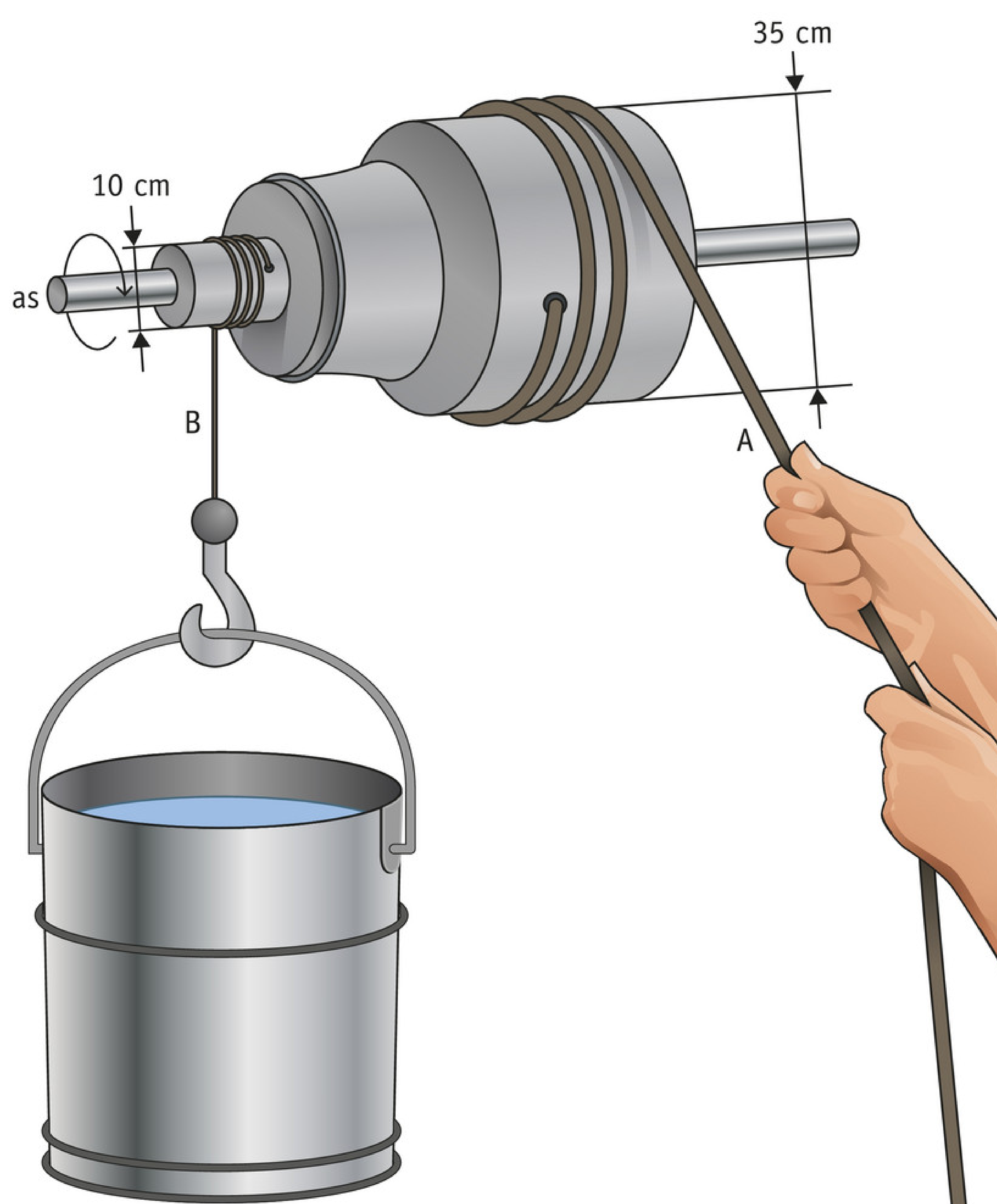
....

....

....

....

....



afbeelding 9 Een windas werkt hetzelfde als een takel.

12 In afbeelding 10 zie je een takel van een kraan. De takel wordt gebruikt om een last van 180 ton op te hijsen. 1 ton = 1000 kg.

a Bereken hoe groot de spankracht (F_s) in elke hijskabel dan is.

....

....

....

....

....

....

b De kabel van de kraan wordt 39 m ingehaald.
Bereken hoeveel meter de last dan omhooggaat.

....

....

c De last moet 8,40 m omhoog worden getakeld.
Bereken hoeveel meter kabel daarvoor moet worden ingehaald.

....

....



afbeelding 10 De takel van een kraan.

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Druk

LEERDOELEN

10.4.1 Je kunt uitleggen hoe de druk op een ondergrond verandert, als de grootte van de oppervlakte of de kracht verandert.
10.4.2 Je kunt de druk van een voorwerp op een ondergrond berekenen.
10.4.3 Je kunt eenheden van druk omrekenen.
10.4.4 Je kunt situaties beschrijven waarbij een kleine druk van belang is.
10.4.5 Je kunt situaties beschrijven waarbij een grote druk van belang is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	10.4.1	10.4.2	10.4.3	10.4.4	10.4.5
Onthouden	3, 5d	1, 2, 5ab	4, 5c		
Begrijpen	6		9abc, 12c	8bcde, 14a	7, 8af
Toepassen		10ab, 11a, 12ab, 13a		14bc	
Analyseren	11b, 13b				

Als je met een gewone fiets over een zandpad rijdt, zak je ver weg in het zand. Waarom gebeurt dat niet als je op een mountainbike met brede banden rijdt?

KRACHT EN OPPERVLAKTE

Als het veel heeft geregend, kan een boer niet zomaar met zijn trekker over de akkers rijden. De trekker zakt dan te ver in de natte grond weg. Om dat te voorkomen kan een boer extra wielen op zijn trekker zetten. De trekker zakt dan minder diep weg (afbeelding 1).



afbeelding 1 Hoe meer banden, des te beter de kracht wordt verdeeld.

Voor de vervorming die een kracht veroorzaakt, zijn twee dingen van belang:

- hoe groot de kracht is die wordt uitgeoefend;
- hoe groot de oppervlakte is waarop de kracht werkt.

Hoe groter de oppervlakte is, des te beter wordt de kracht 'verdeeld' en des te kleiner is de vervorming. Daarom is het vaak handig om te kijken hoe groot de kracht per oppervlakte-eenheid is. Anders gezegd: hoe groot de **druk** is.

DRUK BEREKENEN

Je kunt de druk berekenen met de formule:

$$\text{druk} = \frac{\text{kracht}}{\text{oppervlakte}}$$

In symbolen schrijf je dit als:

$$p = \frac{F}{A}$$

In deze formule is:
- *p* de druk in pascal (Pa);
- *F* de kracht in newton (N);
- *A* de oppervlakte in vierkante meter (m^2).

Per definitie geldt dat 1 Pa = 1 N/m^2.
Je kunt de oppervlakte ook invullen in cm^2. In dat geval vind je de druk in N/cm^2.

Soms is het nodig om een druk om te rekenen van de ene eenheid naar de andere. In voorbeeldopdracht 1 zie je hoe je dat kunt doen.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een personenauto oefent een druk op de grond uit van 25 N/cm^2.
Hoeveel pascal is dat?

Uitwerking
Je moet omrekenen van N/cm^2 naar N/m^2 (Pa).
Er geldt: 1 m^2 = 10 000 cm^2

Dus: $\frac{25\ \text{N}}{1\ \text{cm}^2} = \frac{250\ 000\ \text{N}}{10\ 000\ \text{cm}^2} = \frac{250\ 000\ \text{N}}{1\ \text{m}^2} = 250\ 000\ \text{N/m}^2 = 250\ 000\ \text{Pa} = 250\ \text{kPa}$

DE DRUK VERKLEINEN

In veel situaties wil je dat de druk onder een bepaalde waarde blijft. Als je een muurtje langs een terras bouwt, mag de druk op de bodem niet zo groot worden dat het muurtje na verloop van tijd in de grond wegzakt.

Je kunt de druk klein houden door lichte bouwmaterialen te gebruiken. Dan doe je iets aan de kracht die wordt uitgeoefend. Je kunt ook de oppervlakte waarop de kracht werkt groter maken. De fundering onder een muur is bijvoorbeeld veel breder dan de muur zelf. Als de fundering breed genoeg is, wordt de druk op de bodem niet zo groot dat de muur verzakt.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een bouwvakker metselt een muur. De muur en de fundering hebben een lengte van 6,0 m (afbeelding 2). De totale zwaartekracht die de muur op de fundering uitoefent is 240 000 N.
In de voorschriften staat dat de druk die de muur op de grond uitoefent maximaal 8,0 N/cm² mag zijn.
Bereken hoe breed de fundering ten minste moet zijn.

gegevens $F_z = 240\,000$ N
$l = 6{,}0$ m
$p = 8{,}0$ N/cm²

gevraagd $b = ?$ m

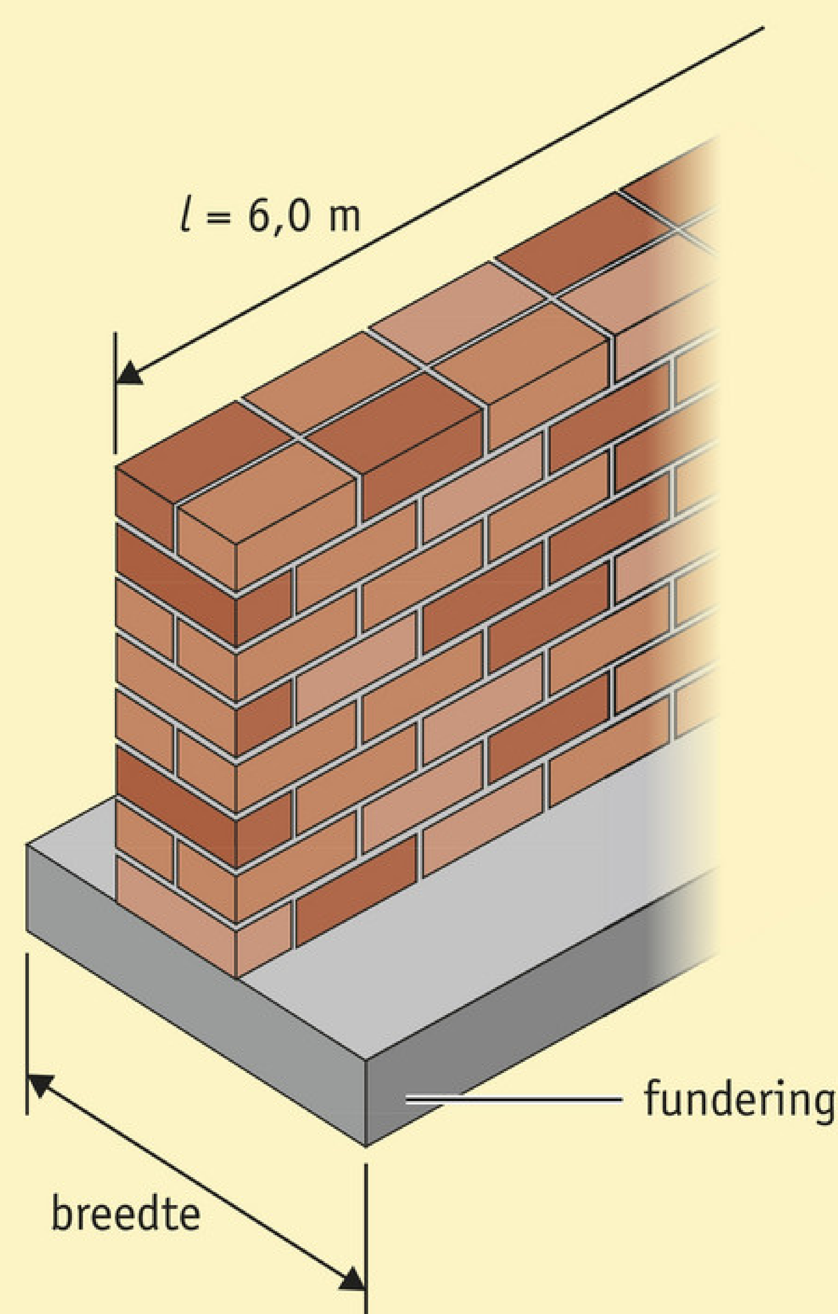
uitwerking $p = \frac{F}{A}$

$A = \frac{F}{p} = \frac{240\,000}{8{,}0} = 30\,000 \text{ cm}^2 = 3{,}0 \text{ m}^2$

$A = b \cdot l$

$b = \frac{A}{l} = \frac{3{,}0}{6{,}0} = 0{,}50$ m

De fundering moet dus ten minste 0,50 m breed zijn.



afbeelding 2 Hoe breed moet de fundering ten minste zijn?

DE DRUK VERGROTEN

Er zijn ook allerlei situaties waarbij de druk juist wel groot moet zijn. Je kunt daarvoor zorgen door de oppervlakte zo klein mogelijk te maken. Denk bijvoorbeeld aan het snijvlak van een mes, de bek van een nijptang, een punt van een injectienaald, enzovoort (afbeelding 3).



afbeelding 3 Een injectienaald dringt gemakkelijk de huid in.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Om te bepalen hoe ver een trekker wegzakt in de modder, moet je de druk weten.
Welke twee gegevens heb je nodig om de druk te kunnen uitrekenen?

- ☐ A de dichtheid van de ondergrond waarop de kracht wordt uitgeoefend
- ☐ B de kracht die wordt uitgeoefend
- ☐ C de oppervlakte waarop de kracht wordt uitgeoefend
- ☐ D de tijd dat een kracht wordt uitgeoefend

2 Met welke formule reken je de druk uit?

....

3 Op welke manier kun je de druk op een oppervlakte verkleinen?

- ○ A de kracht en de oppervlakte groter maken
- ○ B de kracht groter maken en de oppervlakte kleiner maken
- ○ C de kracht kleiner maken en de oppervlakte groter maken
- ○ D de kracht en de oppervlakte kleiner maken

4 Er zijn verschillende eenheden voor druk. Soms moet je de ene eenheid omrekenen naar een andere eenheid.
Hoe reken je N/cm^2 om naar Pa?

- ○ A 10 000 N/cm^2 = 1 Pa
- ○ B 1 N/cm^2 = 1 Pa
- ○ C 1 N/cm^2 = 100 Pa
- ○ D 1 N/cm^2 = 10 000 Pa

5 Vul in.

a De druk is gelijk aan de .... per oppervlakte-eenheid.

b Als je in de formule $p = \frac{F}{A}$ de .... invult in N en de .... in m², dan vind je de .... in Pa.

c 1 .... (Pa) is per definitie gelijk aan 1 .... per .... (..).

d Je kunt de druk groter maken door:

1 .... groter te maken;

2 .... kleiner te maken.

TOEPASSING

6 Een zware vrachtwagen kan over zand rijden zonder erin weg te zakken.
Waardoor wordt de druk op de bodem niet te groot?

....

....

....

....

7 Er zijn situaties waarin de druk heel groot moet zijn.
Noteer hiervan twee voorbeelden die niet in de tekst staan.

....

....

....

8 Gebruik de begrippen oppervlakte en druk en leg uit.

a Waarom heeft een spijker een scherpe punt?

....

....

....

....

b Waarom heeft een rugzak brede draagbanden?

....

....

....

....

c Waarom heeft een tank geen luchtbanden, maar rupsbanden?

....

....

....

....

d Waarom leg je onder de wielen van een auto vaak planken als de auto in de modder is weggezakt?

....

....

....

....

e Waarom moet je uit de auto van opdracht d eerst zo veel mogelijk spullen halen?

....

....

....

....

f Waarom wordt een zakmes geslepen als het bot is geworden?

....

....

....

....

9 Reken de volgende gegevens om naar Pa. Geef je antwoorden met machten van 10.

a 36 N/cm^2 = $\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}$ = $\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}$ = ...

b 850 N/cm^2 = ... = ... = ...

c 4,2 N/cm^2 = ... = ... = ...

10 De afmetingen van een baksteen zijn 21 cm bij 10 cm bij 6,5 cm. De massa van de baksteen is 3,2 kg.

a Bereken hoe groot de druk is als de baksteen op de grootste zijde ligt.

gegevens m = ...

l = ... cm

b = ... cm

gevraagd p = ?

uitwerking $F_z = m \cdot g$ = ... × .... = ... N

$A = l \cdot b$ = ... × .... = ... cm^2

....

....

b Bereken hoe groot de druk is als de baksteen op de kleinste zijde ligt.

....

....

....

....

....

....

....

11 Een skateborder (m = 68 kg) maakt een wheelie op zijn skateboard (afbeelding 4). Hij rijdt daarbij op twee wieltjes. Eén wieltje maakt op 2,5 cm^2 contact met het asfalt.

a Hoe groot is de druk onder de twee wieltjes tijdens de wheelie?

- ○ A 13,6 N/cm^2
- ○ B 17,2 N/cm^2
- ○ C 136 N/cm^2
- ○ D 170 N/cm^2
- ○ E 272 N/cm^2

b Wat gebeurt er met de druk als de skateborder weer op vier wieltjes gaat rijden? Leg je antwoord uit.

....

....



afbeelding 4 Een wheelie is een trick bij het skateboarden.

12 Sem duwt met zijn duim een punaise in een stuk hout. De kop van de punaise heeft een oppervlakte van 0,66 cm^2. De punt van de punaise heeft een oppervlakte van 0,0005 cm^2. Sem duwt met een kracht van 30 N op de punaise.

a Bereken de druk van de duim op de kop van de punaise in N/cm^2.

....

....

....

....

....

b Bereken de druk van de punt van de punaise op het hout in N/cm^2.

....

....

....

....

....

c Reken je antwoorden bij opdracht a en b om in Pa.

....

....

....

....

13 Igor doet met zijn vier honden mee aan een hondensleewedstrijd (afbeelding 5). Igor weegt 78 kg en zijn slee 96 kg.
De slee staat op twee ski's van elk 2 m lang en 12 cm breed.

a Hoe groot is de druk onder de ski's?
- ○ A 36,3 N/m²
- ○ B 72,5 N/m²
- ○ C 363 N/m²
- ○ D 725 N/m²
- ○ E 3625 N/m²
- ○ F 7250 N/m²

b Igor heeft altijd drie paar ski's bij zich. Deze zijn allemaal even lang, maar ze verschillen in breedte. Hij kan kiezen uit ski's van 10 cm, 12 cm en 14 cm breed.
Welke ski's kan Igor het best gebruiken bij heel zachte poedersneeuw waar je snel in wegzakt?
- ○ A de ski's van 10 cm breed
- ○ B de ski's van 12 cm breed
- ○ C de ski's van 14 cm breed



afbeelding 5 Een hondensleewedstrijd.

14 Platformwagens zijn transportmiddelen voor extreem zware transporten (afbeelding 6). Ze hebben een groot aantal assen en wielen, zodat de kracht zo goed mogelijk over de weg wordt verdeeld. Het schip in afbeelding 6 moet met drie platformwagens worden vervoerd. De platformwagens hebben elk vier assen. Elke as kan maximaal 15 ton dragen. De massa van een platformwagen is 7,5 ton.

a Waarom zijn er veel wielen nodig om de kracht op de weg te verdelen?

....

....

....

b Hoeveel massa kan één platformwagen maximaal vervoeren?

....

....

....

....

c Is de massa van het schip en de draagconstructie van staal in afbeelding 6 meer of minder dan 105 ton? Leg uit.

....

....



afbeelding 6 Verplaatsen van een schip met platformwagens.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

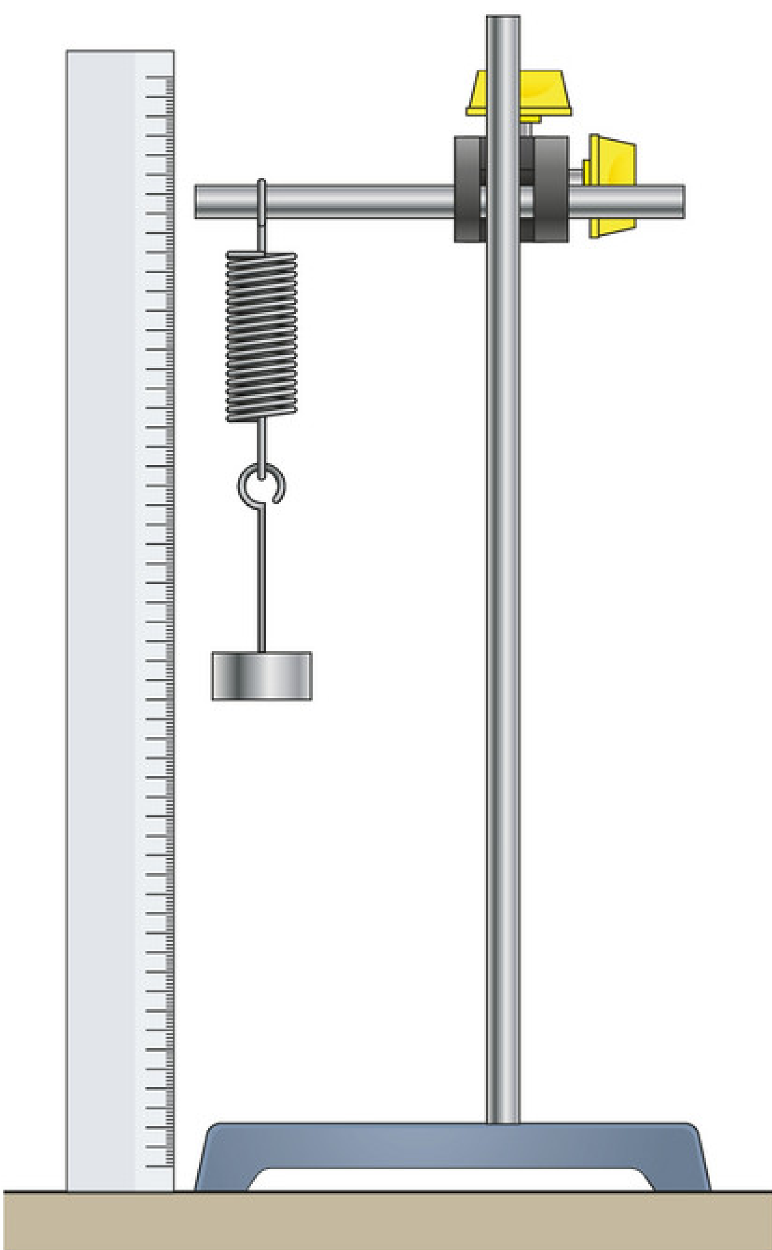
Practica

PROEF 1 EEN KRACHTMETER BOUWEN EN IJKEN

45 minuten

Inleiding

Met een spiraalveer kun je zelf een krachtmeter bouwen. In afbeelding 1 zie je de basisopstelling. In deze opstelling ontbreekt nog een nauwkeurige en goed af te lezen schaalverdeling.



afbeelding 1 De basisopstelling voor proef 1.

Doel

Bij deze proef maak je zelf zo'n schaalverdeling.
De ontwerpeisen zijn:

1 Het meetbereik van de krachtmeter is minstens 0 tot 1 N.
2 De afstand tussen de streepjes van de schaalverdeling is maximaal 0,1 N.
3 De krachtmeter is op zijn minst even nauwkeurig als een 'gewone' krachtmeter.

Nodig

Je maakt zelf een lijst van wat je nodig hebt.

Uitvoeren en uitwerken

1 Noteer welke practicumspullen je nodig hebt.

....

....

....

....

....

....

2 Leg uit hoe je de krachtmeter gaat ijken.

....

....

....

....

....

....

- Laat de lijst met practicumspullen en je ijkmethode controleren door je leraar.
- Bouw de krachtmeter en voorzie hem van een schaalverdeling.
- Test daarna of hij voldoet aan de drie ontwerpeisen.

3 Leg uit hoe je de test hebt uitgevoerd.

....

....

....

....

....

....

- Breng zo nodig verbeteringen aan.
- Maak zo nodig een nieuwe schaalverdeling.
- Laat je krachtmeter ten slotte beoordelen door je leraar.

4 Maak een verslag van deze proef en lever het in bij je leraar.

- Ruim alles netjes op.

PROEF 2 EEN REGEL VOOR EVENWICHT

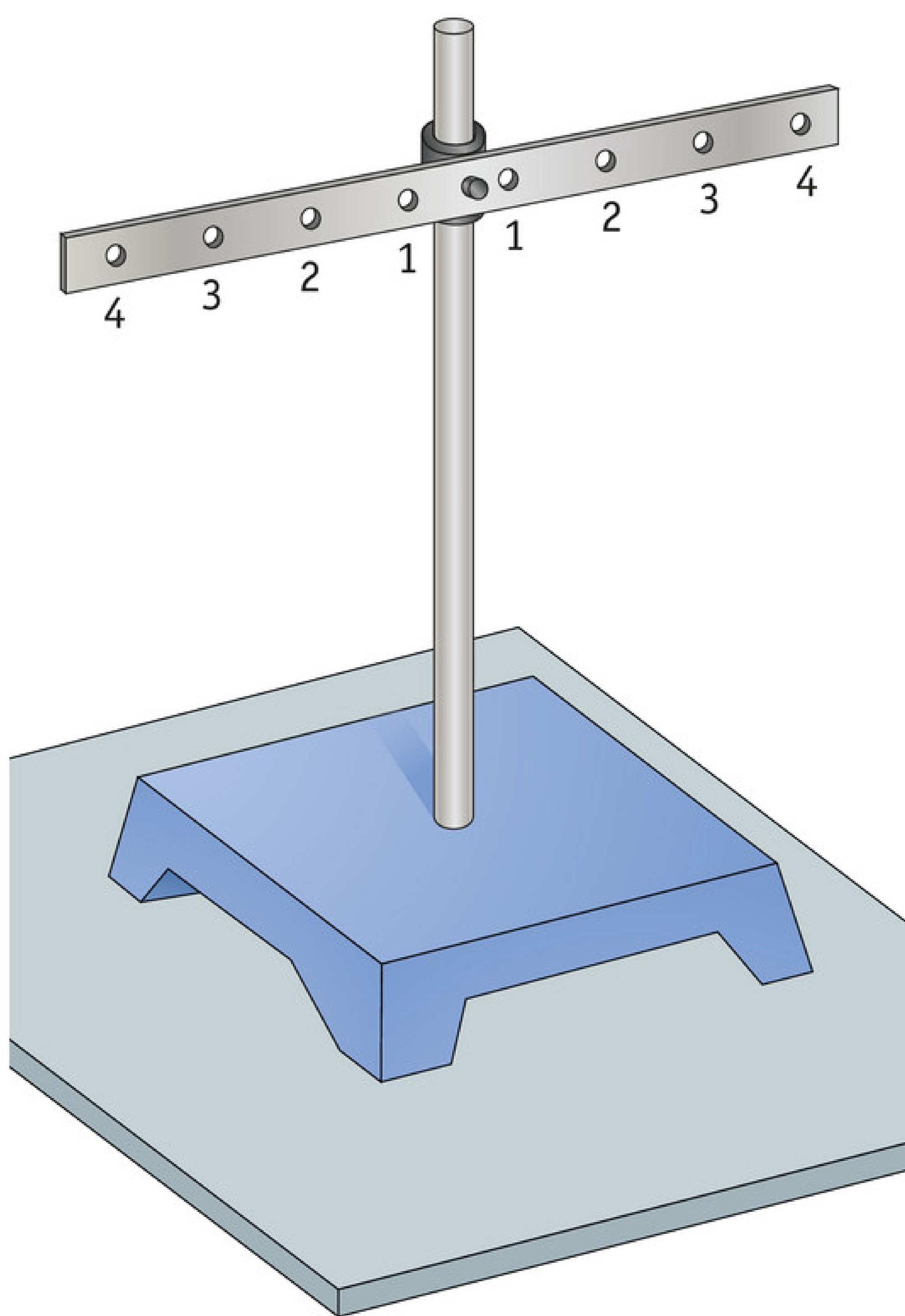
20 minuten

Inleiding
Hefbomen gebruik je elke dag. Flesopeners, steeksleutels, fietstrappers, tangen, scharen: het zijn allemaal hefbomen. Zelfs voor zoiets eenvoudigs als het opendoen van een deur heb je al een hefboom nodig.

Doel
Je onderzoekt wanneer een hefboom in evenwicht is. De onderzoeksvraag luidt:
Welke regel is er voor het evenwicht van een hefboom?

Nodig
- ☐ statiefmateriaal
- ☐ hefboom met gaatjes
- ☐ 8 gewichtjes

Uitvoeren en uitwerken
- Maak de opstelling die in afbeelding 2 is getekend.
  Als de hefboom horizontaal hangt, is hij in evenwicht.
- Hang één gewichtje in gaatje 4 links van het ophangpunt; het evenwicht wordt dan verstoord.
- Breng de hefboom in evenwicht door gewichtjes te hangen in gaatje 1 rechts.



afbeelding 2 De opstelling van proef 2.

1 Hoeveel gewichtjes zijn er nodig om evenwicht te maken?
Schrijf dit aantal op de juiste plaats in tabel 1.

- Haal de gewichtjes in gaatje 1 rechts weer weg.
- Hang gewichtjes in gaatje 2 rechts, tot er evenwicht is.

2 Hoeveel gewichtjes zijn er nodig om evenwicht te maken?
Noteer dit aantal op de juiste plaats in de tabel.

tabel 1 De metingen van proef 1.

linkerkant van de hefboom	rechterkant van de hefboom
1 gewichtje in gaatje 4	gewichtjes in gaatje 1
1 gewichtje in gaatje 4	gewichtjes in gaatje 2
1 gewichtje in gaatje 4	gewichtjes in gaatje 4
2 gewichtjes in gaatje 3	gewichtjes in gaatje 1
2 gewichtjes in gaatje 3	gewichtjes in gaatje 2
2 gewichtjes in gaatje 3	gewichtjes in gaatje 3

- Haal de gewichtjes in gaatje 2 rechts weer weg.
- Hang gewichtjes in gaatje 4 rechts, tot er evenwicht is.

3 Noteer het aantal gewichtjes weer in de tabel.

- Bedenk zelf wat je moet doen om de rest van de tabel in te kunnen vullen.

4 Noteer alle uitkomsten in de tabel.

5 Welke regel kun je uit tabel 1 afleiden?
Schrijf die regel in je eigen woorden op.

- Ruim alles netjes op.

PROEF 3 KATROL EN TAKEL


20 minuten

Inleiding
Een voorwerp dat veel te zwaar is om op te tillen, kun je met een takel eenvoudig ophijsen. Dat lukt zelfs met voorwerpen die een grotere massa hebben dan jezelf.

Doel
Je onderzoekt hoe een vaste katrol en een takel werken.

Nodig
- ☐ statiefmateriaal
- ☐ 2 katrollen
- ☐ touw
- ☐ massablokje
- ☐ krachtmeter
- ☐ meetlat

Uitvoeren en uitwerken
- Meet de zwaartekracht op het massablokje door het blokje aan de krachtmeter te hangen.

1 Noteer hoe groot de kracht is die de krachtmeter aangeeft.

Deel 1: de vaste katrol
- Maak het touw vast aan het massablokje. Leg het touw daarna over de katrol.
- Bouw de opstelling die in afbeelding 3 is getekend.
- Hijs het massablokje omhoog door de krachtmeter langzaam onder een hoek van 45° omlaag te trekken.

2 Noteer hoe groot de kracht is die de krachtmeter aangeeft.

- Vergelijk de antwoorden op opdracht 1 en 2 met elkaar.

3 Wat is je conclusie?

....

....

....

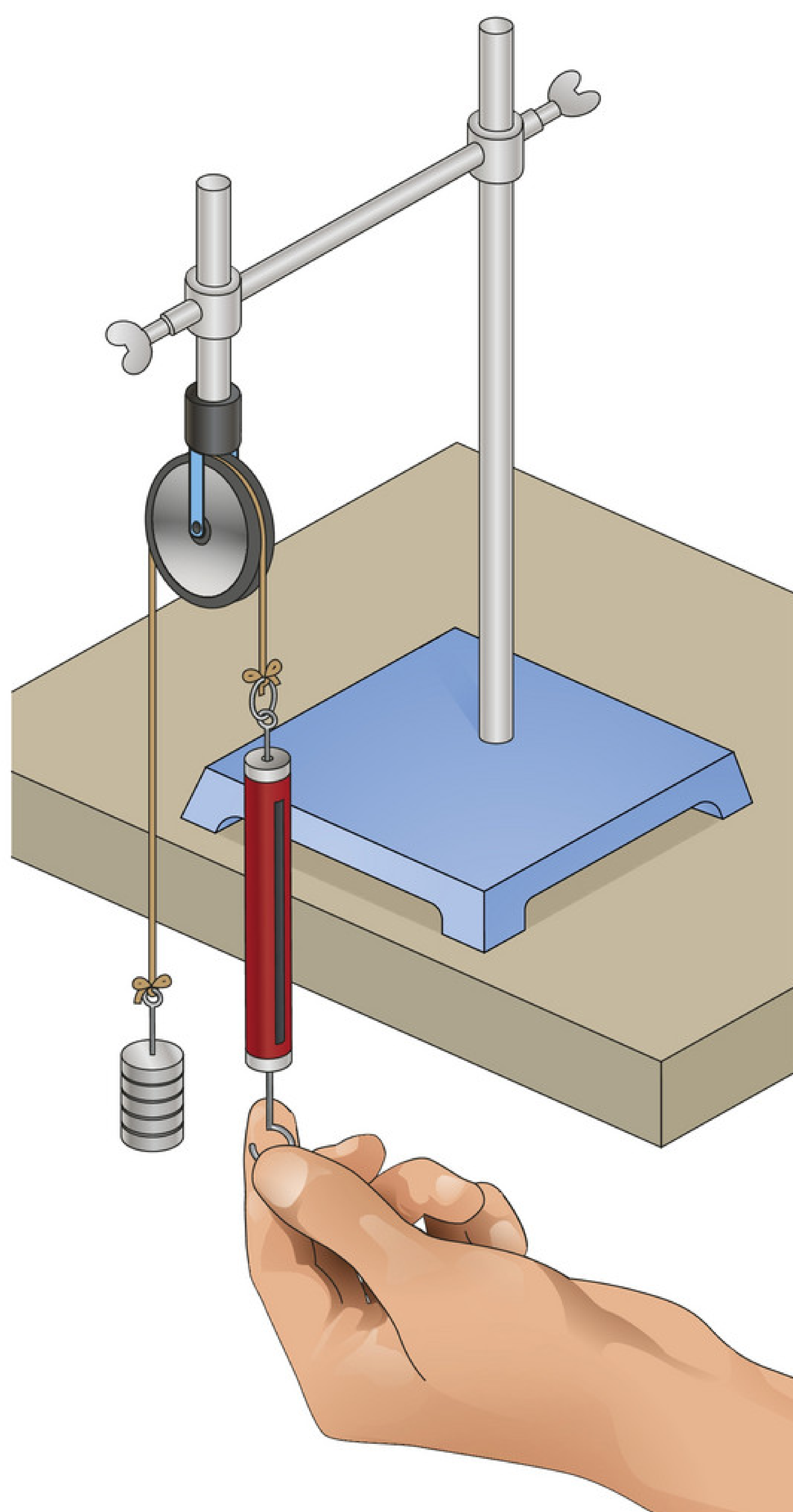
....

4 Leg uit of je met een vaste katrol iemand kunt ophijsen die zwaarder is dan jezelf.

....

....

....



afbeelding 3 Een blokje ophijsen met een vaste katrol.

Deel 2: de takel

- Bouw nu de opstelling die in afbeelding 4 is getekend. Je gebruikt nu een combinatie van een vaste katrol en een losse katrol. Zo'n combinatie heet een takel.
- Hijs het massablokje omhoog door de krachtmeter langzaam onder een hoek van 45° omlaag te trekken.

5 Noteer hoe groot de kracht is die de krachtmeter aangeeft.

....

- Vergelijk de antwoorden op opdracht 1 en 5 met elkaar.

6 Wat is je conclusie?

....

....

....

....

7 Leg uit of je met een takel iemand kunt ophijsen die zwaarder is dan jezelf.

....

....

....

- Herhaal de proef met de takel. Meet hoeveel touw je naar beneden moet trekken om het blokje 25 cm omhoog te hijsen.

8 Hoeveel centimeter touw moest je inhalen?

....

9 Wat heb je aan een takel? Wat win je ermee?

....

....

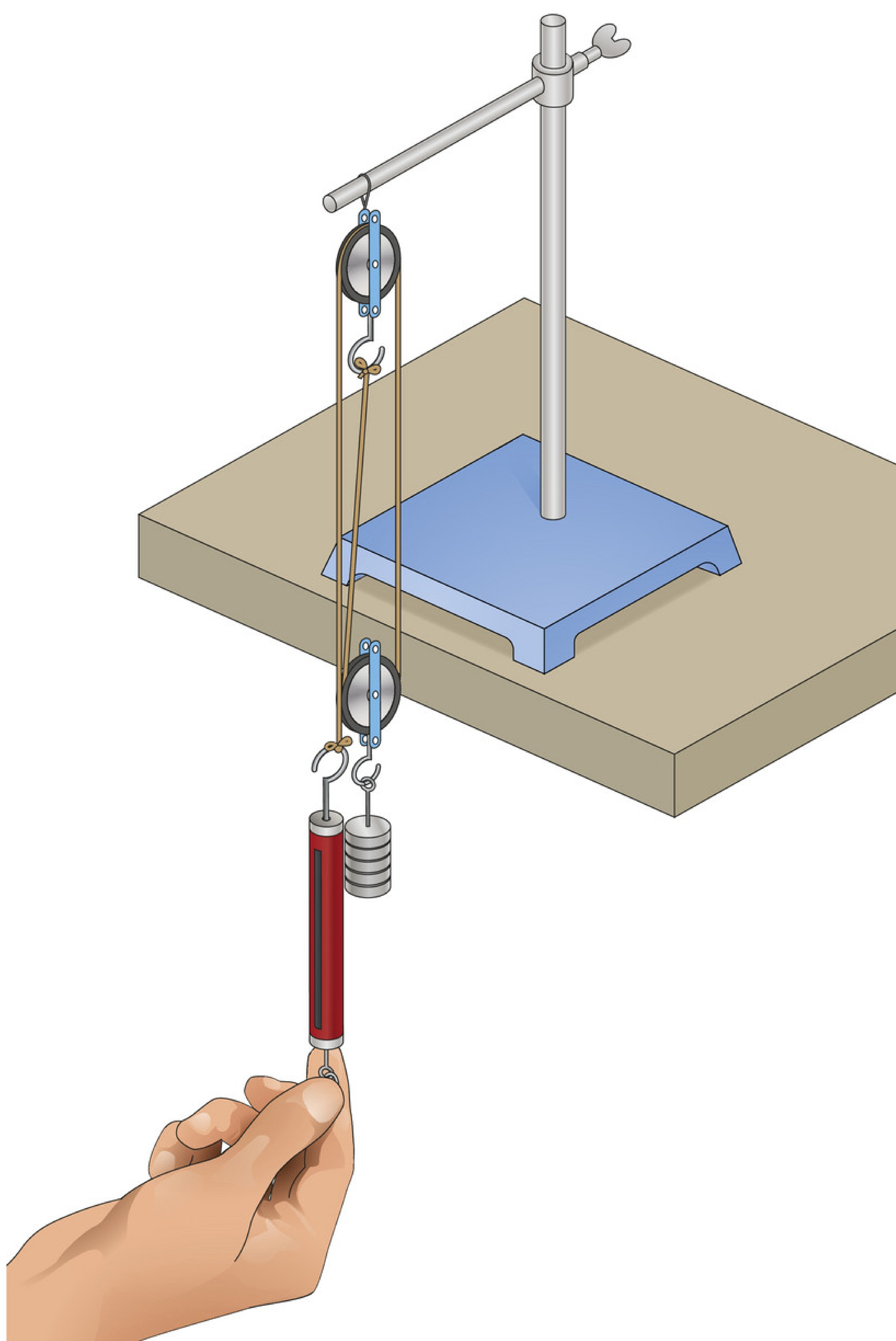
....

10 Welk nadeel staat er tegenover het gebruik van een takel? Wat verlies je ermee?

....

....

....



afbeelding 4 Een blokje ophijsen met een takel.

PROEF 4 ONDERZOEK: BUNGEEJUMPEN

45 minuten

Inleiding

Als een bungeejumper zich naar beneden laat vallen, wordt het elastiek een heel stuk langer. Maar niet elke springer is even zwaar. De beheerder van de installatie zal daar rekening mee moeten houden.

Doel

Je onderzoekt bungeejumpen met behulp van een schaalmodel. De onderzoeksvraag luidt:
Wat is het verband tussen de maximale uitrekking van het elastiek en de massa van de persoon die springt?

Uitvoeren en uitwerken


Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen.*

- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.


1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken.*
Presenteer de uitkomsten in een onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

10.1 KRACHTEN

ONTHOUD

- Krachten herken je aan hun effecten. Ze kunnen voorwerpen van vorm laten veranderen of ze anders laten bewegen: sneller, langzamer of in een andere richting.
- Krachten kun je meten met een krachtmeter. Het wijzertje dat langs de schaalverdeling beweegt, geeft de grootte van de kracht in newton (N).
- Elke kracht heeft een grootte, een richting en een aangrijpingspunt. Daarom zeg je dat een kracht een vector is.
- Omdat een kracht een vector is, teken je hem als een pijl vanuit het aangrijpingspunt. Om de pijl de juiste lengte te geven, gebruik je een krachtenschaal zoals 1 cm ≙ 5 N. Als de krachtenschaal 1 cm ≙ 5 N is, teken je een kracht van 15 N als een pijl van 3 cm.
- In praktijksituaties kun je allerlei soorten krachten tegenkomen, zoals zwaartekracht, spierkracht, veerkracht, spankracht, normaalkracht, magnetische kracht en elektrische kracht.
- Je kunt de grootte van de zwaartekracht berekenen met de formule: $F_z = m \cdot g$
- Magneten hebben een noordpool en een zuidpool. Een noordpool en een zuidpool van twee verschillende magneten trekken elkaar aan. Maar twee noordpolen stoten elkaar af, net als twee zuidpolen.
- Twee elektrisch geladen voorwerpen trekken elkaar aan, als ze een verschillende lading hebben (de ene positief, de andere negatief). Maar als ze dezelfde lading hebben, stoten ze elkaar af.

BEGRIPPEN

aangrijpingspunt
Geeft het punt aan waar de kracht aangrijpt.

elektrische kracht
Aantrekkende of afstotende kracht die een elektrisch geladen voorwerp uitoefent doordat het geladen is.

krachtenschaal
Schaal die bepaalt hoe lang je een krachtenpijl moet tekenen. Als de krachtenschaal 1 cm ≙ 5 N is, teken je een kracht van 15 N als een pijl van 3 cm.

magnetische kracht
Aantrekkende of afstotende kracht die een magneet uitoefent doordat hij magnetisch is.

normaalkracht
Kracht waarmee een vlak (zoals een tafelblad of een vloer) terugduwt tegen een voorwerp dat op het vlak staat.

spankracht
Kracht die een touw, kabel of ketting uitoefent op een ander voorwerp, als het touw, de kabel of de ketting strak wordt gespannen.

spierkracht
Kracht die je uitoefent door je spieren in je lichaam aan te spannen, bijvoorbeeld om iets op te tillen.

vector
Grootheid die niet alleen een grootte heeft, maar ook een richting en een aangrijpingspunt. Je tekent vectoren daarom als een pijl.

veerkracht
Kracht die een veerkrachtig voorwerp uitoefent op een ander voorwerp, als het wordt uitgerekt of ingedrukt.

veldlijn
Lijn die de richting van de magnetische kracht aangeeft.

zwaartekracht
Kracht waarmee de aarde (of een ander hemellichaam) een voorwerp naar zich toe trekt. De zwaartekracht is ervoor verantwoordelijk dat voorwerpen naar beneden vallen.

10.2 HEFBOMEN

ONTHOUD

- Veel werktuigen zijn hefbomen. Met een hefboom kun je je spierkracht vergroten.
- Iedere hefboom heeft een draaipunt. De afstand van de kracht op een hefboom tot aan het draaipunt heet de arm.
- Bij een hefboom zijn twee krachten van belang: de werkkracht en de last. Door de werkkracht ver van het draaipunt aan te laten grijpen en de last dicht bij het draaipunt, zorg je ervoor dat je met een kleine werkkracht een grote last in evenwicht kunt houden.
- Als de werkarm *n* keer zo groot is als de lastarm, dan is de last *n* keer zo groot als de werkkracht.
- Naast enkele hefbomen zoals een koevoet en een flessenopener bestaan er ook dubbele hefbomen zoals tangen en scharen.
- Er zijn ook hefbomen waarbij het draaipunt aan het uiteinde zit.
  - Als de last tussen de werkkracht en draaipunt ligt, dan vergroot de hefboom de werkkracht; bijvoorbeeld bij een kruiwagen.
  - Als de werkkracht tussen de last en het draaipunt ligt, dan verkleint de hefboom de werkkracht; bijvoorbeeld bij een pincet.

BEGRIPPEN

arm
(Loodrechte) afstand tussen de werklijn van een kracht en het draaipunt van een hefboom.

draaipunt
Punt waar een hefboom omheen draait.

dubbele hefboom
Werktuig dat bestaat uit twee hefbomen die om hetzelfde draaipunt draaien.

enkele hefboom
Werktuig dat bestaat uit één hefboom.

hefboom
Werktuig waarmee een kleine kracht een grote kracht in evenwicht kan houden.

last
Kracht die een hefboom uitoefent op een voorwerp.

lastarm
(Loodrechte) afstand tussen last en draaipunt.

werkarm
(Loodrechte) afstand tussen werkkracht en draaipunt.

werkkracht
Kracht die je zelf op een hefboom uitoefent.

10.3 KATROLLEN EN TAKELS

ONTHOUD

- Een vaste katrol zit vast aan een balk, een muur of een plafond. Met een vaste katrol verander je de richting van de kracht, niet de grootte van de kracht.
- Een losse katrol beweegt op en neer. Met een losse katrol verklein je de kracht in het touw, niet de richting.
- Een katrol is een platte schijf met een groef waar een touw in ligt. Een takel is een combinatie van minstens een vaste en een losse katrol.
- Met een takel vergroot je de hijskracht, maar verklein je de hijsafstand. Voor een takel geldt:
  Als het voorwerp aan *n* stukken touw hangt, wordt de hijskracht *n* keer zo groot en de hijsafstand *n* keer zo klein.

BEGRIPPEN

hijsafstand
Afstand die een voorwerp omhoog beweegt als het voorwerp wordt opgehesen.

hijskracht
Kracht die een touw op een voorwerp uitoefent als het voorwerp wordt opgehesen.

katrol
Platte schijf met een groef waar een touw of een kabel in ligt. De schijf draait om een as.

losse katrol
Katrol die op en neer beweegt, samen met het voorwerp dat wordt verplaatst.

takel
Werktuig dat bestaat uit minimaal een vaste en een losse katrol.

vaste katrol
Katrol die vastzit aan plafond, muur of vloer en daardoor niet op en neer kan bewegen.

10.4 DRUK

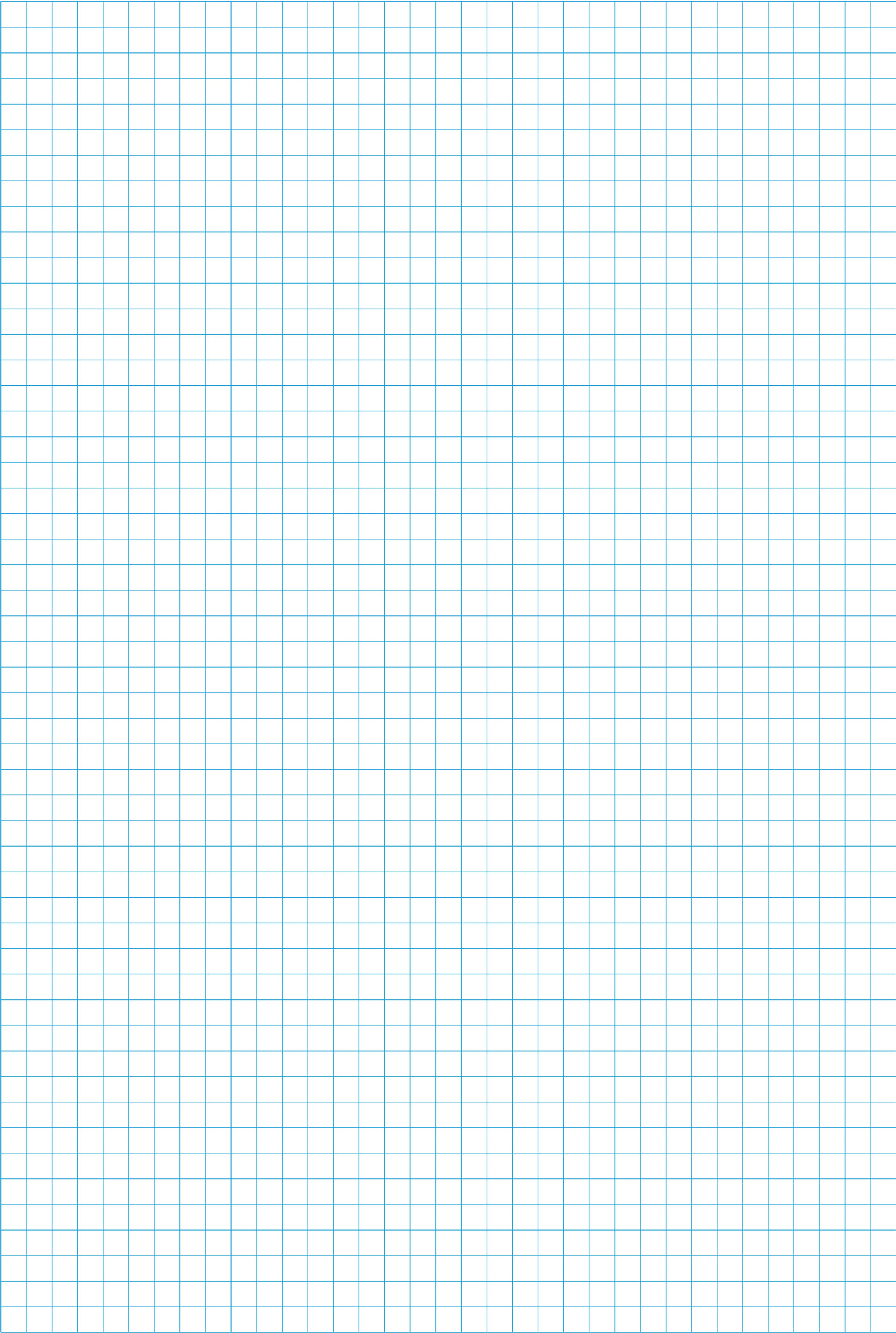
ONTHOUD

- Voor de vervorming die een kracht veroorzaakt, zijn twee dingen van belang:
  – hoe groot de kracht is die wordt uitgeoefend;
  – hoe groot de oppervlakte is waarop de kracht werkt.
- Hoe groter de kracht die op een voorwerp werkt, hoe groter de druk.
- Hoe groter de oppervlakte is waarop de kracht werkt, hoe lager de druk.
- De druk kun je berekenen met de formule: $p = \frac{F}{A}$
- Per definitie geldt: $1\ \text{Pa} = 1\ \text{N/m}^2$
- In situaties waarbij het belangrijk is dat de ondergrond weinig vervormt, is het van belang de druk klein te maken. Bijvoorbeeld bij een fundering en bij banden van een trekker.
- In situaties waarbij het belangrijk is dat de ondergrond veel vervormt, is het van belang de druk groot te maken. Bijvoorbeeld bij het snijvlak van een mes en bij de punt van een injectienaald.

BEGRIPPEN

druk
Kracht per oppervlakte-eenheid.

 Ga naar de *Flitskaarten*.



11 Energie

ENERGIE NU EN IN DE TOEKOMST

Nederland is al een tijdje bezig met het omschakelen naar andere energiebronnen. De overheid wil dat de Nederlanders steeds minder aardgas, aardolie en steenkool verbruiken. Wind en zon zijn de energiebronnen van de toekomst. Op steeds meer plaatsen verschijnen windmolens en zonneparken.

INTRODUCTIE

THEORIE

PRACTICA

AFSLUITING





Wat weet je al over energie en warmte?

LEERDOELEN

1 Je kunt het energie-stroomdiagram van een elektrische warmtebron tekenen en toelichten.
2 Je kunt berekeningen uitvoeren met de verbrandingswarmte van een brandstof.
3 Je kunt het reactieschema van de volledige verbranding van aardgas noteren.
4 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met het vermogen van een apparaat.
5 Je kunt het vermogen van een apparaat berekenen.
6 Je kunt eenheden van snelheid naar elkaar omrekenen.

In hoofdstuk 6 van Nova nask 1 leerjaar 3 heb je al een aantal dingen over energie en warmte geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1  In afbeelding 1 is een begin gemaakt met het energie-stroomdiagram van een waterkoker.

a Maak het diagram af door de ontbrekende pijl te tekenen.
b Noteer in elke pijl om welke soort energie het gaat.
c Zet bij elke soort energie het bijbehorende symbool.



afbeelding 1 Het energie-stroomdiagram van een waterkoker.

2 Als je een brandstof verbrandt, komt er warmte vrij. De verbrandingswarmte van benzine is 33 MJ/L.
Bereken hoeveel warmte vrijkomt als je 9 L benzine verbrandt.

....

....

....

....

....

....

3 Vul het reactieschema van de verbranding van aardgas verder in.

aardgas + ... → .... + ...

4 Een ledlamp heeft een vermogen van 10 W.
Wat betekent een vermogen van 10 W?

- ○ A elektrische energie die de lamp per seconde verbruikt
- ○ B elektrische energie die de lamp per minuut verbruikt
- ○ C elektrische energie die de lamp per uur verbruikt
- ○ D elektrische energie die de lamp per jaar verbruikt

5 Reken om.

a 9000 W = ... kW

b 1560 W = ... kW

c 0,036 kW = ... W

d 0,43 kW = ... W

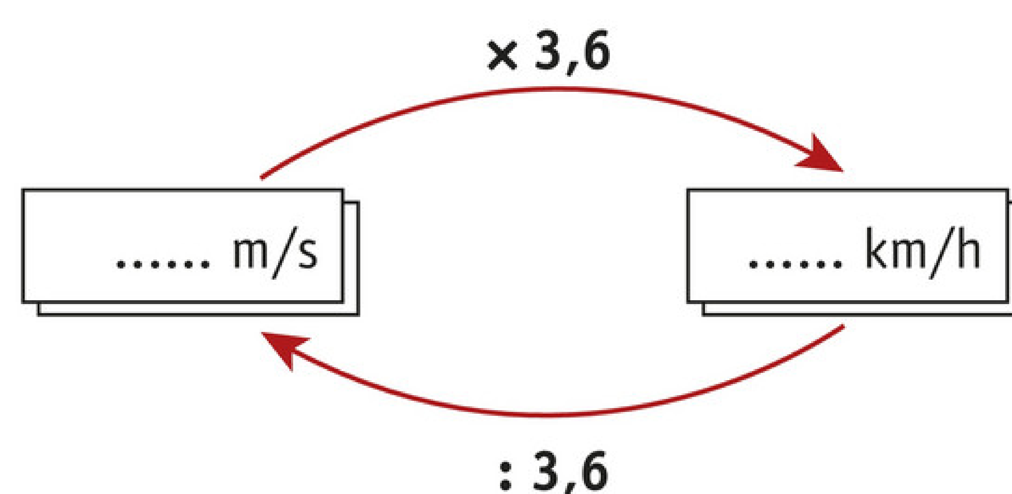
6 Reken om. Gebruik afbeelding 2.

a 5 m/s = ... km/h

b 22 m/s = ... km/h

c 50 km/h = ... m/s

d 108 km/h = ... m/s



afbeelding 2 Omrekenen van m/s naar km/h.



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Fossiele brandstoffen

LEERDOELEN

11.1.1 Je kunt de drie belangrijkste toepassingen van fossiele brandstoffen beschrijven.
11.1.2 Je kunt uitleggen hoe een 'gewone' energiecentrale elektrische energie produceert.
11.1.3 Je kunt berekeningen uitvoeren met (elektrische) energie, vermogen en tijd.
11.1.4 Je kunt uitleggen hoe een kerncentrale kernenergie omzet in elektrische energie.
11.1.5 Je kunt toelichten wat wordt bedoeld met de afvalwarmte van een energiecentrale.
11.1.6 Je kunt uitleggen wat thermische verontreiniging is en hoe je die kunt voorkomen.
11.1.7 Je kunt milieuproblemen beschrijven die horen bij het gebruik van fossiele brandstoffen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	11.1.1	11.1.2	11.1.3	11.1.4	11.1.5	11.1.6	11.1.7
Onthouden	4	3a, 5abcd	1, 2	6abcd	11a	3bc	
Begrijpen		9ab	7abc, 8, 10ab			12b	13a, 14abc
Toepassen		9c	10c, 11c			12a	15ab
Analyseren					11b		13b

Aardgas wordt vaak een schone energiebron genoemd. Toch heeft de overheid besloten dat Nederland voor 2050 'van het gas af' moet. Waarom is die beslissing genomen?

AARDGAS, AARDOLIE EN STEENKOOL

Aardgas, aardolie en steenkool worden ook wel **fossiele brandstoffen** genoemd. Ze leveren een groot deel van de energie die in Nederland wordt verbruikt. Andere belangrijke energiebronnen zijn zonlicht, wind en uranium.

De drie belangrijkste toepassingen van fossiele brandstoffen zijn:

- Verwarming van gebouwen
  Veel huizen, winkels en kantoren worden verwarmd door cv-ketels waarin aardgas wordt verbrand.
- Wegvervoer en vliegverkeer
  De meeste auto's en vrachtwagens worden aangedreven door motoren die benzine of dieselolie verbranden. De straalmotoren van een verkeersvliegtuig werken op kerosine. Benzine, dieselolie en kerosine zijn aardolieproducten.
- Opwekking van elektriciteit
  De meeste Nederlandse energiecentrales (of elektriciteitscentrales) werken op aardgas of op biomassa (plantenresten). Er zijn nog enkele centrales die steenkool verstoken, zoals de Eemshavencentrale in Groningen (afbeelding 1).



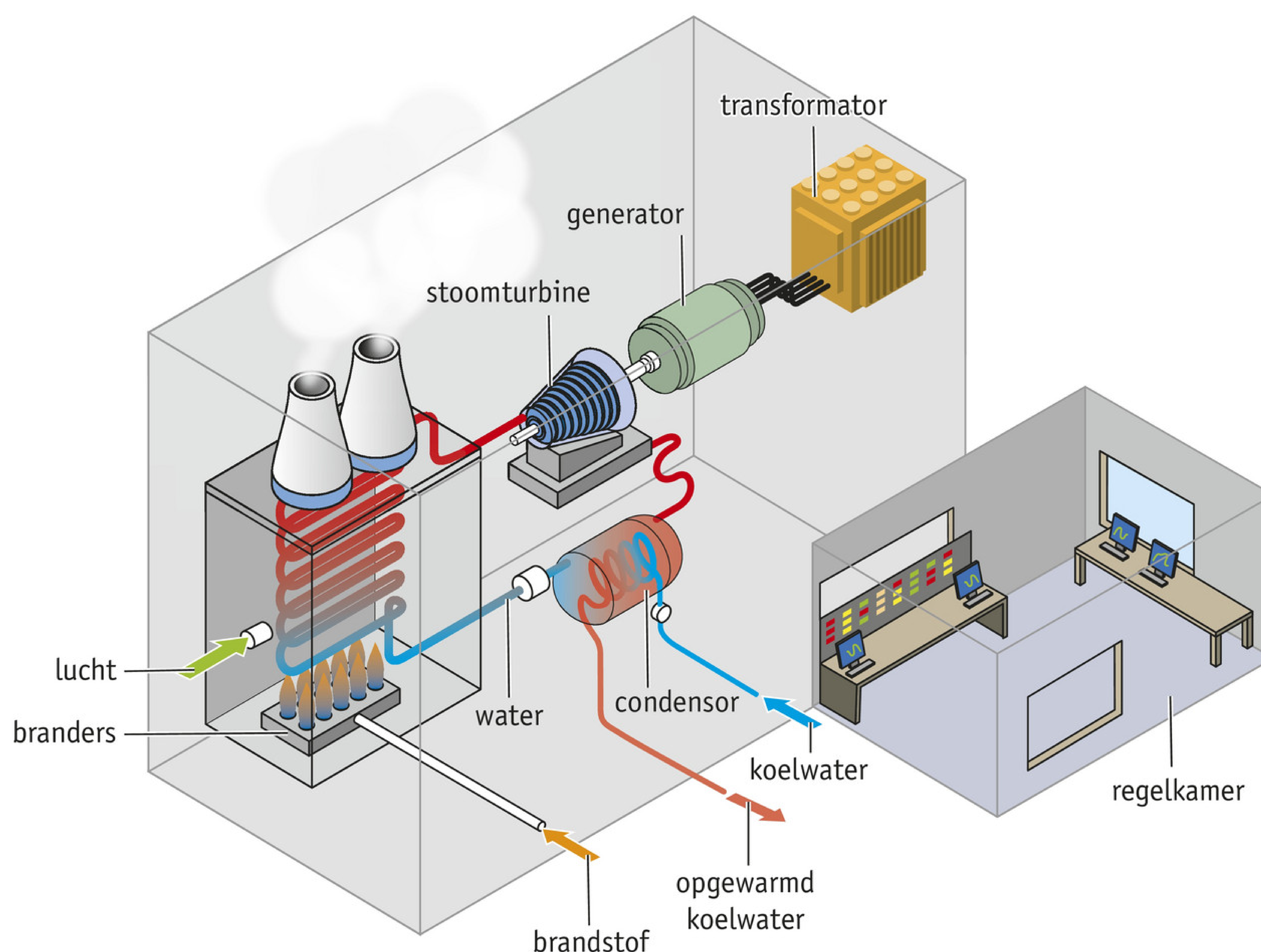
afbeelding 1 De Eemshavencentrale in Groningen, met grote hopen steenkool op de voorgrond.

ENERGIECENTRALES

Bij het verbranden van een brandstof wordt chemische energie omgezet in warmte. Die warmte kun je daarna weer omzetten in elektrische energie. In een energiecentrale gebeurt dat op grote schaal. De Eemshavencentrale bijvoorbeeld heeft een elektrisch vermogen van 1560 MW. Daarmee kan de centrale miljoenen huishoudens van elektrische energie voorzien.

In afbeelding 2 zie je hoe een 'gewone' energiecentrale werkt:

1 In grote branders wordt aardgas, biomassa of steenkool verbrand. Met de warmte die vrijkomt wordt water verhit. Er ontstaat stoom met een hoge temperatuur en druk.
2 De hete stoom spuit met grote snelheid tegen de schoepen van een **stoomturbine**. De turbine gaat daardoor ronddraaien.
3 Aan de turbine is een **generator** (een soort grote dynamo) gekoppeld. Als de as van de turbine draait, draait de as van de generator mee.
4 In de generator wordt dan elektrische energie opgewekt, op een vergelijkbare manier als in een dynamo.
5 In de condensor wordt de gebruikte stoom afgekoeld, zodat de stoom condenseert tot water. Het water wordt daarna opnieuw gebruikt.
6 De elektrische energie wordt via het elektriciteitsnet aan woningen en bedrijven geleverd.



afbeelding 2 Zo werkt een met brandstof gestookte energiecentrale.

Een kerncentrale gebruikt **kernenergie** om water te verhitten tot stoom. Die kernenergie wordt geleverd door een kernbrandstof zoals uranium. In een kernreactor worden de atoomkernen van de kernbrandstof gespleten in kleinere stukken. Daarbij ontstaat veel warmte. Verder werkt een kerncentrale net als een gewone energiecentrale, met stoom die turbines laat draaien en generatoren die elektrische energie opwekken.

Je kunt de hoeveelheid elektrische energie die een centrale levert, berekenen met de formule:

energie = vermogen × tijd

Of in symbolen:

$E = P \cdot t$

In deze formule is:
- *E* de hoeveelheid geleverde elektrische energie in joule (J);
- *P* het elektrisch vermogen van de centrale in watt (W);
- *t* de tijd die de centrale heeft gewerkt in seconden (s).

Energiebedrijven werken met enorme hoeveelheden energie. Om die hoeveelheden aan te geven, gebruik je voorvoegsels zoals giga en tera of machten van tien:
- 1 gigajoule = 1 GJ = 1 000 000 000 J = 10^9 J
- 1 terajoule = 1 TJ = 1 000 000 000 000 J = 10^{12} J

VOORBEELDOPDRACHT 1
De Eemshavencentrale werkt een uur op zijn maximale vermogen van 1560 MW (elektrisch).
Bereken hoeveel elektrische energie de centrale in die tijd aan het elektriciteitsnet levert.

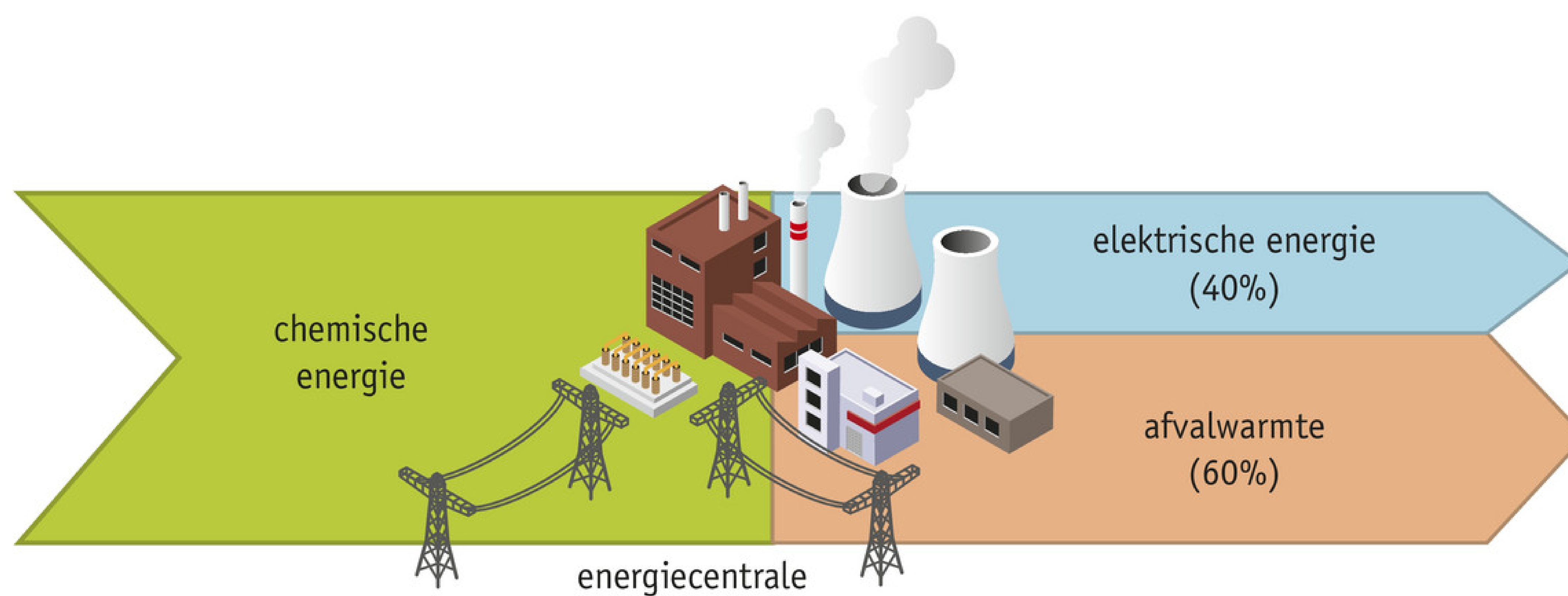
gegevens P = 1560 MW = $1560 \cdot 10^6$ W
t = 1 h = 3600 s

gevraagd E = ? J

uitwerking $E = P \cdot t = 1560 \cdot 10^6 \times 3600 = 5{,}62 \cdot 10^{12}$ J = 5,62 TJ (terajoule)

AFVALWARMTE
Het is niet mogelijk om alle chemische energie in een brandstof (of kernenergie in een kernbrandstof) om te zetten in elektrische energie. Er blijft altijd veel warmte over. Deze warmte noem je **afvalwarmte**, omdat je er geen elektrische energie meer ‘uit kunt halen’.

In afbeelding 3 is het energie-stroomdiagram van een centrale getekend. Links staat de energiesoort die de centrale ‘ingaat’, rechts de energiesoorten die ‘eruit komen’. Je ziet dat 40% van de chemische energie wordt omgezet in elektrische energie. Maar liefst 60% is ‘afvalwarmte’.



afbeelding 3 Het energie-stroomdiagram van een energiecentrale.

De afvalwarmte moet worden afgevoerd uit de centrale. Soms kan dat door het warme koelwater meteen te lozen op een rivier. Maar dat mag alleen als het rivierwater niet te veel in temperatuur stijgt. Anders krijgen vissen en andere waterdieren zuurstofgebrek. Ze kunnen dan massaal sterven aan **thermische verontreiniging** (vervuiling met warmte).

Vaak moet een energiebedrijf zijn koelwater eerst laten afkoelen in grote koeltorens (afbeelding 4). Een deel van het koelwater verdampt dan. Dat heeft een afkoelend effect. Voor verdampen is warmte nodig die aan het koelwater wordt onttrokken. Als de temperatuur van het koelwater ver genoeg is gedaald, mag het energiebedrijf het lozen.



afbeelding 4 Koeltorens bij een centrale.

OPWARMING VAN DE AARDE

Bij het verbranden van fossiele brandstoffen ontstaat het gas **koolstofdioxide** (CO_2). Dit gas is een natuurlijk bestanddeel van de atmosfeer, net als zuurstof en stikstof. Het is ook een belangrijk bestanddeel. Koolstofdioxide draagt eraan bij dat de atmosfeer werkt als een broeikas. Zonder dit **natuurlijke broeikaseffect** zou het op aarde veel kouder zijn. Mensen zouden er niet kunnen leven.

In de laatste tweehonderd tot driehonderd jaar nam het verbruik van fossiele brandstoffen sterk toe. Daardoor is de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer bijna anderhalf keer zo groot geworden. Er is een **versterkt broeikaseffect** ontstaan dat de aarde steeds verder opwarmt. Deze opwarming kan ingrijpende gevolgen krijgen:

- Door de uitzetting van zeewater en het smelten van ijskappen kan de zeespiegel sterk gaan stijgen.
- Het klimaat kan ingrijpend veranderen zodat de landbouwopbrengsten in veel gebieden gaan dalen.
- Dieren en planten kunnen uitsterven door veranderingen in hun leefgebied, zoals woestijnvorming.

De overheid heeft besloten om het gebruik van fossiele brandstoffen sterk terug te dringen. Rond 2050 mag er in Nederland bijna geen ‘fossiele energie’ meer worden gebruikt. Daarvoor zal het aandeel van andere energiebronnen, zoals zon en wind, de komende dertig jaar sterk moeten stijgen. Dit wordt de **energietransitie** genoemd.

ZURE REGEN EN SMOG

Bij het verbranden van brandstoffen ontstaan vaak ook andere gassen. Sommige van die gassen zijn schadelijk voor het milieu. Zwaveldioxide (SO_2) en stikstofoxiden (NO_x) veroorzaken **zure regen**, die schadelijk is voor planten en bomen. Zwaveldioxide en stikstofoxiden dragen bovendien bij aan het ontstaan van **smog** (afbeelding 5).

Smog is een geelbruine nevel die ’s zomers boven veel grote steden hangt. De stoffen in smog irriteren en beschadigen je slijmvliezen, ogen en luchtwegen. Dat merk je doordat je ogen gaan branden en je neus en keel worden geprikkeld. Je raakt bij ernstige smog ook snel buiten adem. Smog kan ernstige gevolgen hebben voor mensen met hartproblemen en longziekten, zoals astma.

Het is mogelijk om de afvalgassen van elektriciteitscentrales schoner te maken. Zwaveldioxide kun je bijvoorbeeld goed uit afvalgassen halen. Dit kost wel veel extra energie. Het maakt elektrische energie ook duurder.



afbeelding 5 Los Angeles in de VS is berucht om de smog die er vaak hangt.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Met welke formule bereken je de geleverde elektrische energie?

....

2 Hoeveel energie een elektriciteitscentrale per seconde levert, wordt aangeduid met het vermogen.
Welke eenheid gebruik je voor het vermogen?

- ○ A ampère
- ○ B joule
- ○ C volt
- ○ D watt

3

a Bij het verbranden van een brandstof in een elektriciteitscentrale wordt chemische energie omgezet in *elektriciteit* / *warmte*.

b Als de centrale zijn koelwater zomaar op een rivier loost, kan het rivierwater te *koud* / *warm* worden. Vissen en andere waterdieren krijgen dan last van *de warmte* / *zuurstofgebrek*.

c Als rivierwater te warm wordt door het lozen van koelwater noem je dat *chemische* / *thermische* verontreiniging.

4

Noteer de drie belangrijkste toepassingen van fossiele brandstoffen.

1 ....

2 ....

3 ....

5

Vul de onderdelen van een 'gewone' elektriciteitscentrale in.

a In de .... wordt aardgas verbrand om zo water te verhitten.

b Stoom komt tegen de schoepen van de .... zodat deze rond gaat draaien.

c In de .... wekt de draaiende beweging elektrische energie op.

d In de .... wordt de stoom afgekoeld zodat hij condenseert.

6

Een kerncentrale werkt op de kernenergie in uranium.

a In een kernreactor worden de kernen van uranium- *atomen* / *moleculen* gespleten.

b Bij dit proces in de kernreactor komt warmte vrij. Met deze warmte wordt *lucht* / *water* verhit tot stoom.

c De stoom drijft een *condensor* / *turbine* aan die is gekoppeld aan een generator.

d De generator wekt *chemische* / *elektrische* energie op.

TOEPASSING

7

Gebruik *BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren*.
Vaak wordt voor de eenheid joule (J) een voorvoegsel geplaatst. Zo kun je verschillende hoeveelheden energie overzichtelijk opschrijven.
Vul in.

a 1 .... = 10^3 J = ... joule

b 1 .... = ... J = een miljoen joule

c 1 GJ = ... J = een .... joule

8

Reken uit en vul in.

18,5 GJ = ... J

360 000 000 J = ... GJ

$6{,}5 \cdot 10^9$ J = ... MJ

16 kJ = ... J

150 MJ = ... GJ

9 De Sloecentrale bij Vlissingen (Zeeland) is een gasgestookte energiecentrale.

a In welke soorten energie wordt de chemische energie uiteindelijk omgezet in deze centrale?

- ○ A elektrische energie en bewegingsenergie
- ○ B elektrische energie en kernenergie
- ○ C elektrische energie en warmte


b Zie de vaardigheid *Werken met machten van 10*.
De Sloecentrale heeft een maximaal elektrisch vermogen van 870 MW.
Hoe groot is dit vermogen in watt?

- ○ A $870 \cdot 10^3$ W
- ○ B $870 \cdot 10^6$ W
- ○ C $870 \cdot 10^9$ W

c Als de Sloecentrale op vol vermogen werkt, kan hij twee miljoen huishoudens van energie voorzien.
Hoeveel elektrisch vermogen wordt er dan gemiddeld per huishouden geleverd door de centrale?

- ○ A 43,5 W
- ○ B 174 W
- ○ C 435 W
- ○ D 1740 W

10 De Clauscentrale bij Maasbracht heeft een maximaal vermogen van 1275 MW.

a 1275 MW = ... W

b Deze centrale werkt op een winterse dag 10 uur achter elkaar op maximaal vermogen.

10 uur = ... seconden

c Hoeveel energie produceert de Clauscentrale op deze winterse dag?

....

....

....

....

11 Bij een elektriciteitscentrale wordt 40% van de chemische energie in de brandstof omgezet in elektrische energie. De rest van de chemische energie wordt omgezet in warmte.

a Leg uit waarom je deze warmte ook wel afvalwarmte noemt.

....

....

b Schrijf twee manieren op hoe je afvalwarmte zou kunnen hergebruiken.

1 ....

2 ....



c Zie de vaardigheid *Werken met formules*.
Uit metingen blijkt dat deze centrale in 20 minuten $22{,}8 \cdot 10^9$ J elektrische energie produceert.
Bereken het elektrisch vermogen van de elektriciteitscentrale.

....

....

....

....

....

....

12 Elektriciteitscentrales zijn vaak vlak bij een rivier gebouwd. Koelwater wordt uit de rivier gehaald, waar het na gebruik ook weer in wordt geloosd. Het rivierwater is warmer stroomafwaarts ten opzichte van de centrale.

a Hoe komt dat?

....

....

....

b Hoe moet er bij een energiecentrale voor worden gezorgd dat het rivierwater niet te warm wordt?

....

....

....

★ 13 Van de nieuwe auto's die in 2020 verkocht werden, was één op de vijf elektrisch. Hierdoor stijgt het aantal elektrische auto's snel (afbeelding 6).

a Waarom wordt door het gebruik van elektrische auto's het broeikaseffect niet meer verder versterkt?

....

....

....

....

b Hoe komt het dat elektrische auto's nu toch nog steeds bijdragen aan de versterking van het broeikaseffect?

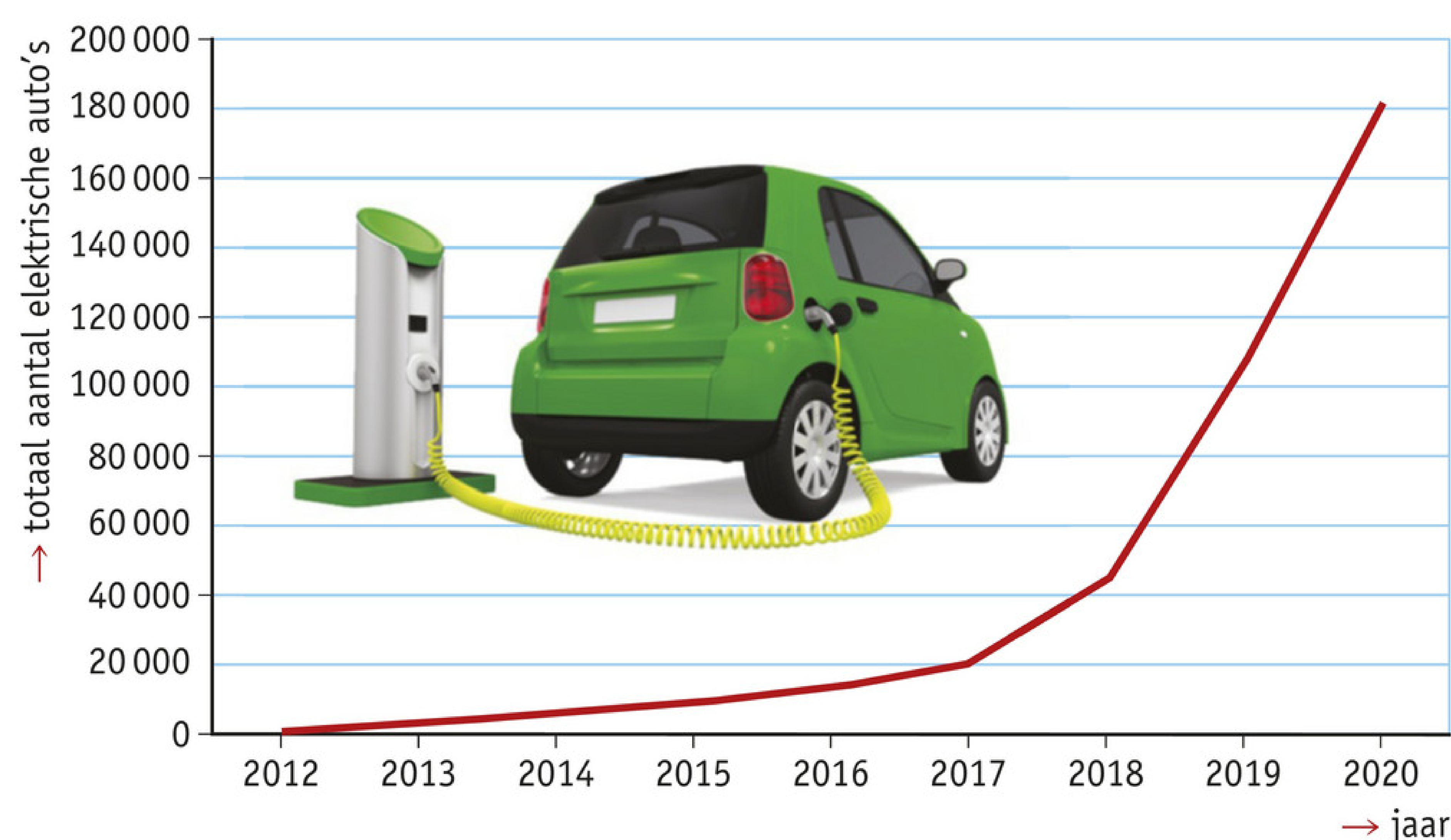
....

....

....

....

....



afbeelding 6 Het aantal elektrische auto's is in acht jaar tijd sterk gestegen.

14 Hierna worden drie milieuproblemen beschreven.
Geef steeds aan door welk gas of welke gassen dit milieuprobleem wordt veroorzaakt.

a Er hangt een geelbruine nevel boven de stad. Je longen en luchtwegen raken hierdoor geïrriteerd, en het levert risico's op voor mensen met hart- en longproblemen.
- ☐ A koolstofdioxide (CO_2)
- ☐ B stikstofoxiden (NO_x)
- ☐ C zwaveldioxide (SO_2)

b Het klimaat in Nederland verandert: winters zijn gemiddeld minder streng en zomers heter. Droge perioden duren langer en richten meer schade aan.
- ○ A koolstofdioxide (CO_2)
- ○ B stikstofoxiden (NO_x)
- ○ C zwaveldioxide (SO_2)

c In veel bossen groeien de bomen slecht en gaan er regelmatig bomen dood, onder andere doordat de samenstelling van het regenwater is veranderd.
- ☐ A koolstofdioxide (CO_2)
- ☐ B stikstofoxiden (NO_x)
- ☐ C zwaveldioxide (SO_2)

15 In Nederland zijn waterstofauto's van twee verschillende merken te koop. Deze auto's rijden op waterstofgas. De auto's hebben een eigen energiecentrale aan boord: een brandstofcel. In een brandstofcel reageert water met zuurstof uit de lucht, waarbij elektriciteit wordt opgewekt. Als verbrandingsproduct ontstaat water.

a Noteer de energiesoorten voor en na de energie-omzetting in de brandstofcel.

Voor de energie-omzetting: ....

Na de energie-omzetting: ....

b Voor de productie van waterstof is elektrische energie nodig.
Waarom is rijden op waterstof niet automatisch beter voor het milieu dan rijden op fossiele brandstoffen?

....

....

....

....

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Zonne-energie

LEERDOELEN

11.2.1 Je kunt beschrijven hoe planten gebruikmaken van de stralingsenergie in zonlicht.
11.2.2 Je kunt benoemen welke energie-omzetting plaatsvindt in een zonnepaneel.
11.2.3 Je kunt uitleggen waardoor een zonnepaneel niet steeds hetzelfde vermogen afgeeft.
11.2.4 Je kunt uitleggen dat mensen met zonnepanelen energie én geld kunnen besparen.
11.2.5 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met het rendement van een zonnepaneel.
11.2.6 Je kunt berekeningen uitvoeren met rendement en energie, en met rendement en vermogen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	11.2.1	11.2.2	11.2.3	11.2.4	11.2.5	11.2.6
Onthouden	1, 2, 6b	3a	3bc			4ab
Begrijpen	6a	12a	8bc, 9a, 11abc		5, 7a	13abcd
Toepassen			8ad, 9b	10d, 12b	10a	10bc, 13e
Analyseren			9c		7b	

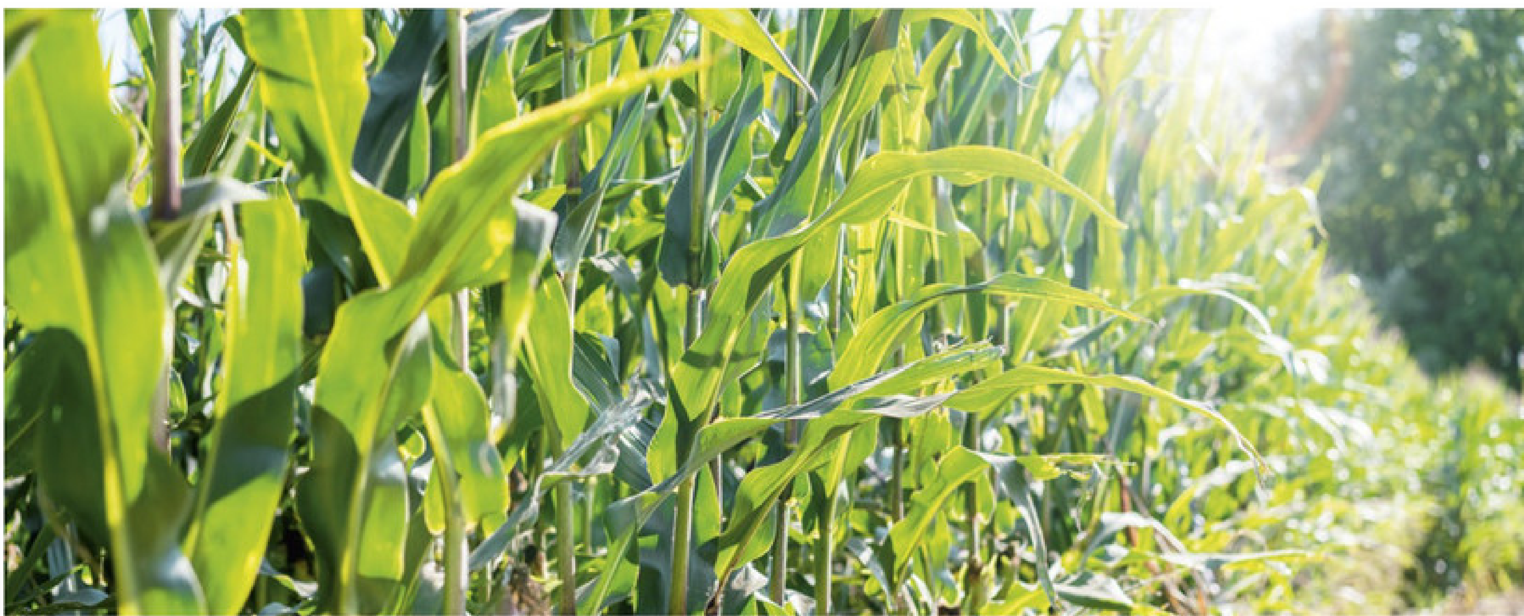
Twee buren hebben tegelijk zonnepanelen aangeschaft. Na een jaar vergelijken ze de opbrengst: 3512 kWh voor de een en maar 2974 kWh voor de ander. Toch hebben ze allebei hetzelfde oppervlak aan zonnepanelen geïnstalleerd. Hoe zou je het verschil in opbrengst kunnen verklaren?

STRALINGSENERGIE

Het licht van de zon is onmisbaar voor het leven op aarde. Zonlicht verwarmt het aardoppervlak en zorgt zo voor een leefbare temperatuur. Zonlicht is ook onmisbaar voor de planten op aarde, die zonder licht niet kunnen groeien.

De energie in zonlicht wordt **stralingsenergie** genoemd. Als zonlicht op het aardoppervlak valt, wordt het licht gedeeltelijk geabsorbeerd. De stralingsenergie wordt daarbij omgezet in warmte. Op die manier worden het aardoppervlak en de atmosfeer daarboven verwarmd.

Planten gebruiken zonlicht om glucose te maken van koolstofdioxide en water. De stralingsenergie in het zonlicht wordt daarbij omgezet in chemische energie van glucose en daarvan afgeleide stoffen. Dit heet **fotosynthese**. Planten kunnen zo grote hoeveelheden energie vastleggen (afbeelding 1). Het voedsel dat op je bord ligt, geeft die energie aan jou door.



afbeelding 1 De bladeren van een maisplant zetten stralingsenergie om in chemische energie.

ZONNEPANELEN

PROEF 1

Zonlicht wordt tegenwoordig op grote schaal gebruikt om elektrische energie op te wekken. Een **zonnecel** kan de stralingsenergie in zonlicht direct omzetten in elektrische energie. In de praktijk worden zonnepanelen gebruikt die bestaan uit tientallen zonnecellen (afbeelding 2).

Een doorsnee **zonnepaneel** is circa 160 cm lang, 100 cm breed en 4 cm dik. Het bestaat uit zestig zonnecellen, gerangschikt in tien rijen van zes. Onder ideale omstandigheden (voor Nederland) levert zo'n paneel een elektrisch vermogen van ongeveer 300 W. Dit maximale elektrisch vermogen wordt ook wel het **piekvermogen** genoemd.

In de praktijk schommelt het elektrisch vermogen van een zonnepaneel. Het piekvermogen wordt alleen gehaald als de omstandigheden optimaal zijn. Een vermogen van 300 W is alleen haalbaar bij mooi warm zomerweer zonder wolken, rond het middaguur. Meestal zijn de omstandigheden minder goed en is het elektrisch vermogen lager. En 's nachts wordt natuurlijk helemaal geen vermogen geleverd.



afbeelding 2 Elk zonnepaneel op dit dak bestaat uit zestig zonnecellen, in tien rijen van zes.

ZONNE-ENERGIE GEBRUIKEN

Zonnepanelen kunnen in een groot deel van je energiebehoefte voorzien. Maar je kunt de elektrische energie die deze panelen leveren niet zomaar gebruiken. Eerst moet die energie worden omgezet naar de spanning van het lichtnet: 230 V. Daarvoor zorgt een apparaat dat een **omvormer** wordt genoemd. Die maakt de elektrische energie geschikt voor de elektrische apparaten in huis.

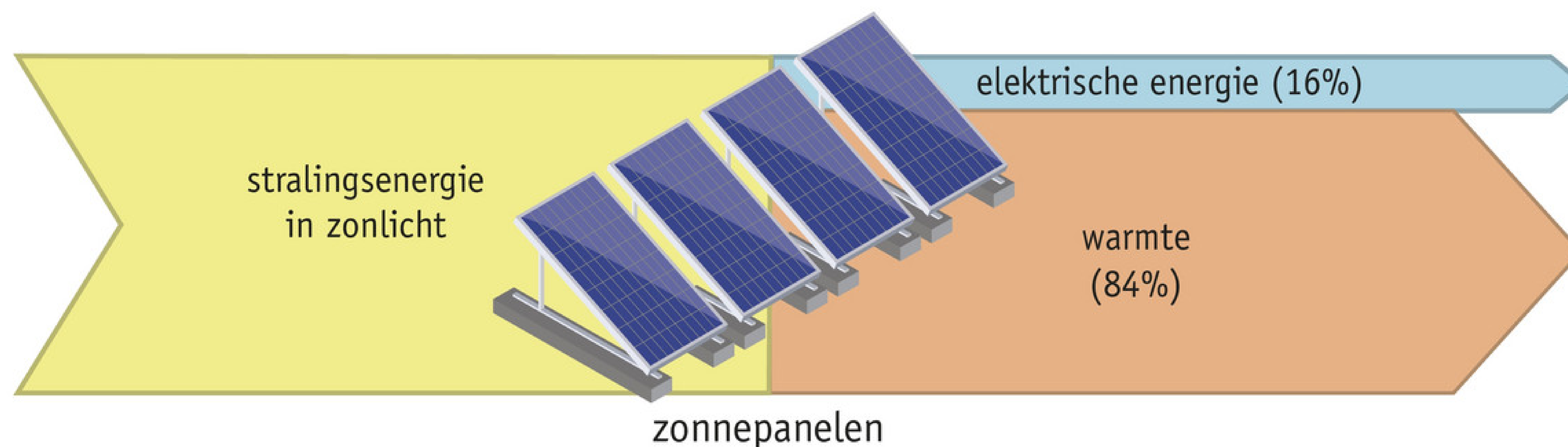
De omvormer geeft de elektrische energie (nu met de juiste spanning) af aan het lichtnet in huis. De leidingen vervoeren de elektrische energie naar de apparaten die op dat moment aanstaan. Voor de apparaten maakt het niet uit of de elektrische energie afkomstig is van de zonnepanelen of van het energiebedrijf. Ze werken er even goed op.

Mensen die zonnepanelen hebben geïnstalleerd, merken wel een verschil. De elektrische energie die de zonnepanelen leveren, hoeven ze niet meer van het energiebedrijf te kopen. Dat betekent dat hun energierekening flink naar beneden gaat. De kosten van de panelen kun je zo in ongeveer zeven jaar terugverdienen (prijspeil 2021).

HET RENDEMENT VAN EEN ZONNEPANEEL

PROEF 2

Een **energie-omzetting** is meestal niet 100% efficiënt. Dat geldt ook voor zonnepanelen. De meest verkochte soort zonnepanelen heeft een **rendement** van ongeveer 16%. Dat betekent dat het zonnepaneel maar 16% van de stralingsenergie in het zonlicht omzet in elektrische energie. De overblijvende 84% wordt omgezet in warmte waar je verder niets aan hebt (afbeelding 3).



afbeelding 3 Het energie-stroomdiagram van een zonnepaneel.

Onderzoekers hebben hard gewerkt om het rendement van zonnepanelen te verbeteren. Rond het jaar 2000 lag het rendement van een doorsnee zonnepaneel nog onder de 10%. Zonnepanelen waren toen bovendien veel duurder dan nu. Om zonnepanelen betaalbaar te maken, moest de overheid er subsidie voor geven. Door het verbeterde rendement en de veel lagere prijs is dat nu niet meer nodig.

Je kunt het rendement van een energie-omzetter zoals een zonnepaneel berekenen met de formule:

$$\text{rendement} = \frac{\text{afgegeven elektrische energie}}{\text{opgenomen elektrische energie}} \times 100\%$$

Of in symbolen:

$$\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} \times 100\%$$

In deze formule is:

- η het gerealiseerde rendement in procenten (%);
- E_{af} de afgegeven elektrische energie in joule (J);
- E_{op} de opgenomen stralingsenergie in joule (J).

Je krijgt ook een goede uitkomst, als je invult:

- hoeveel energie per seconde wordt afgegeven;
- hoeveel energie per seconde wordt opgenomen.

Met andere woorden: je kunt het rendement ook berekenen door het afgegeven elektrisch vermogen te delen door het totale opgenomen vermogen:

$$\text{rendement} = \frac{\text{afgegeven vermogen}}{\text{opgenomen vermogen}} \times 100\%$$

Of in symbolen:

$$\eta = \frac{P_{af}}{P_{op}} \times 100\%$$

In deze formule is:
- η het gerealiseerde rendement in procenten (%);
- E_{af} het afgegeven vermogen in watt (W);
- E_{op} het opgenomen vermogen in watt (W).

VOORBEELDOPDRACHT 1

In een laboratorium wordt een zonnepaneel getest. Er valt 1600 W aan stralingsenergie op het paneel. Het elektrisch vermogen is in deze situatie 292 W.
Bereken het rendement van het zonnepaneel.

gegevens P_{op} = 1600 W
P_{af} = 292 W

gevraagd η = ? %

uitwerking $\eta = \frac{P_{af}}{P_{op}} \times 100\%$

$= \frac{292}{1600} \times 100\% = 18\%$



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Planten gebruiken tijdens fotosynthese zonlicht om *voedsel / glucose* te maken. Hiervoor hebben de planten koolstofdioxide en *water / stikstofdioxide* nodig.

2 In een plant vindt fotosynthese plaats.
Welke energie-omzetting vindt plaats bij fotosynthese?
- ○ A Chemische energie wordt omgezet in bewegingsenergie.
- ○ B Chemische energie wordt omgezet in warmte.
- ○ C Stralingsenergie wordt omgezet in bewegingsenergie.
- ○ D Stralingsenergie wordt omgezet in chemische energie.

3
a Welke energie-omzetting vindt plaats in een zonnecel?
- ○ A Stralingsenergie wordt omgezet in chemische energie.
- ○ B Stralingsenergie wordt omgezet in elektrische energie.
- ○ C Warmte wordt omgezet in elektrische energie.

b Wat is de functie van een omvormer?
De spanning die zonnepanelen leveren, omzetten naar *6 / 12 / 230* V.

c Waaruit bestaat een doorsnee zonnepaneel?
- ○ A Uit zestig zonnecellen, in twintig rijen van drie.
- ○ B Uit zestig zonnecellen, in tien rijen van zes.
- ○ C Uit zestig zonnecellen, in vijf rijen van twaalf.

4 Vul in.

a Je kunt het rendement van een zonnepaneel berekenen met de formules:

.... en ....

b Bij een zonnepaneel is:

- E_{op} de hoeveelheid .... die op het zonnepaneel valt;
- E_{af} de hoeveelheid .... die het zonnepaneel afgeeft.

5 Een doorsnee zonnecel zet minder dan 20% van de opvallende stralingsenergie om in elektrische energie.
Wat kun je dan zeggen over het rendement van de zonnecel?

○ A Het rendement ligt onder 20%.
○ B Het rendement ligt boven 20%.
○ C Het rendement ligt onder 80%.
○ D Het rendement ligt boven 80%.

TOEPASSING

6 Veel Nederlandse energiecentrales worden gedeeltelijk gestookt op houtsnippers.

a Hoe noem je de soort energie die in de snippers is opgeslagen?

○ A bewegingsenergie
○ B chemische energie
○ C warmte

b Welke soort energie is nodig om de energiesoort in houtsnippers te laten ontstaan?

○ A chemische energie
○ B elektrische energie
○ C stralingsenergie
○ D warmte

7 Bodil zegt: “Het rendement van de energie-omzetting bij fotosynthese in een plant is kleiner dan 1%.”

a Wat bedoelt Bodil hiermee?

....

....

....

b Je kunt een stuk grond gebruiken om er bomen te laten groeien en ze als brandstof te gebruiken. Je kunt op hetzelfde stuk grond ook zonnepanelen neerzetten. Het rendement van zonnepanelen is 16%. Het rendement tijdens fotosynthese in een plant is kleiner dan 1%.
Krijg je met zonnepanelen of juist met bomen een grotere bruikbare hoeveelheid energie van het stuk grond?

....

....

....

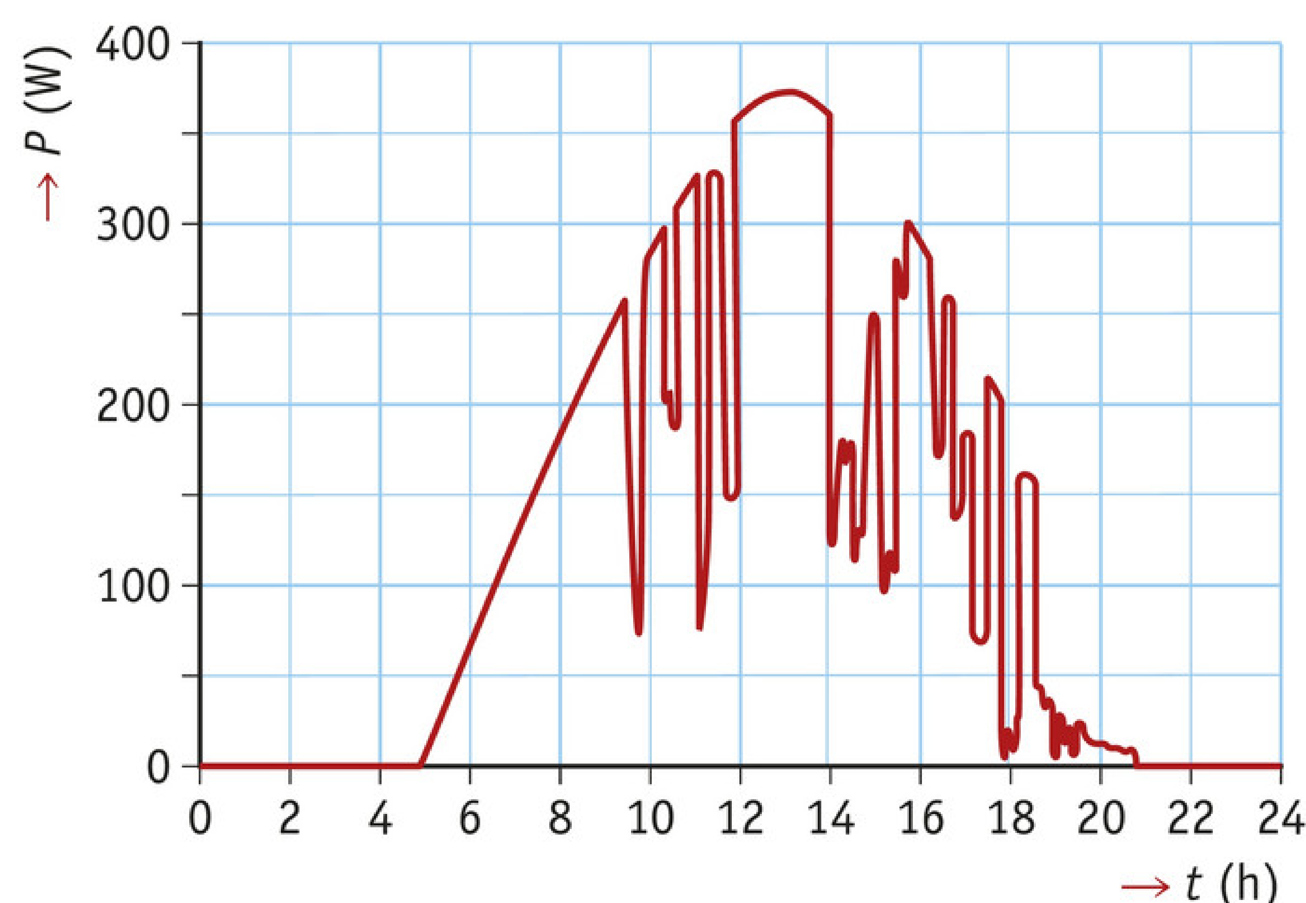
....

....

....

8 Een computer heeft een dag lang het elektrisch vermogen van een zonnepaneel bijgehouden. In afbeelding 4 zie je de uitkomst: een grafiek waarin het geleverde vermogen is uitgezet tegen de tijd. In de zomer duren de dagen vaak langer dan in de winter.

a Waaraan kun je zien dat de proef midden in de zomer is uitgevoerd?



afbeelding 4 Het vermogen van een zonnepaneel van uur tot uur.

....

....

....

....

....

b Het zonnepaneel levert gedurende korte tijd zijn piekvermogen.
Lees uit de grafiek af hoe groot dat piekvermogen is.

....

c Rond welke tijd wordt dit piekvermogen geleverd?

....

d De dag begon met volop zon. Maar vanaf ongeveer 9:30 uur schoven er af en toe wolken voor de zon.
Waaraan kun je dat zien in de grafiek?

....

....

★ 9

Op 10 juni 2021 werd de zon, gezien vanuit Nederland, gedeeltelijk verduisterd. Hierdoor dreigde er een probleem voor de elektriciteitsvoorziening in Nederland.
Lees de tekst van afbeelding 5 over dit probleem.

a Vul in wat wordt bedoeld met 'een plotselinge dip van 800 MW'.

Een plotselinge daling met 800 MW van het elektrisch .... dat

de .... in Nederland aan het elektriciteitsnet leveren.

b Leg uit hoe een gedeeltelijke zonsverduistering zo'n plotselinge dip kan veroorzaken.

....

....

....

....

c Leg uit waarom toenemende bewolking die voor de zon schuift, niet tot zo'n plotselinge dip leidt.

....

....

....

....

afbeelding 5 Een bericht over de gedeeltelijke zonsverduistering van 20 juni 2021.

Zonsverduistering probleem voor zonnepanelen

Door de gedeeltelijke zonsverduistering valt in korte tijd een flink deel van het zonlicht weg, juist op een moment van de dag dat het elektriciteitsverbruik toeneemt. "Als het donderdag een zonnige dag is, kan er een plotselinge dip van 800 megawatt komen. Dat is meer dan het stroomverbruik in Amsterdam", legt een woordvoerder van TenneT uit.
Daarom heeft het bedrijf 400 megawatt aan stroom ingekocht, vooral bij gascentrales. Dit moet zorgen dat de stroomvoorziening op peil blijft. Dat TenneT geen 800 megawatt heeft ingekocht, komt doordat de beheerder altijd al 'reservestroom' tot zijn beschikking heeft.

bron: www.nu.nl, 9 juni 2021

10 In een onderzoek worden twee zonnepanelen met elkaar vergeleken, A en B. De zonnepanelen hebben een even groot oppervlak: 1,60 m^2. Het zonlicht dat op de panelen valt, levert een vermogen van 1000 W/m^2.

a Hoe groot is het vermogen aan licht dat op één zonnepaneel valt?
Dat het licht een vermogen van 1000 W/m^2 heeft, betekent dat op 1 m^2 zonnepaneel

een vermogen van .... W valt. Op 1,60 m^2 valt dan een vermogen

van .... × .... = ... W.

b Tijdens de test produceerde paneel A een elektrisch vermogen van 256 W.
Bereken het rendement van zonnepaneel A.

....

....

....

....

....

....

c Tijdens de test produceerde paneel B een elektrisch vermogen van 304 W.
Bereken het rendement van zonnepaneel B.

....

....

....

....

....

....

d Mensen die zonnepanelen op het dak van hun huis willen leggen, kiezen niet automatisch voor het paneel met het hoogste rendement.
Waar zouden ze nog meer op kunnen letten? Bedenk zelf mogelijkheden.

....

....

11 Jesse en Ingrid willen zonnepanelen op hun dak laten leggen. Een adviseur helpt hen om de beste plaats voor de panelen te bepalen. Daarbij kijkt ze naar de richting van de panelen en de helling van het dak. Zie afbeelding 6 voor meer informatie.

a Wanneer leveren zonnepanelen hun grootste jaaropbrengst?

....

....

b Wanneer is de opbrengst van zonnepanelen het laagst?

....

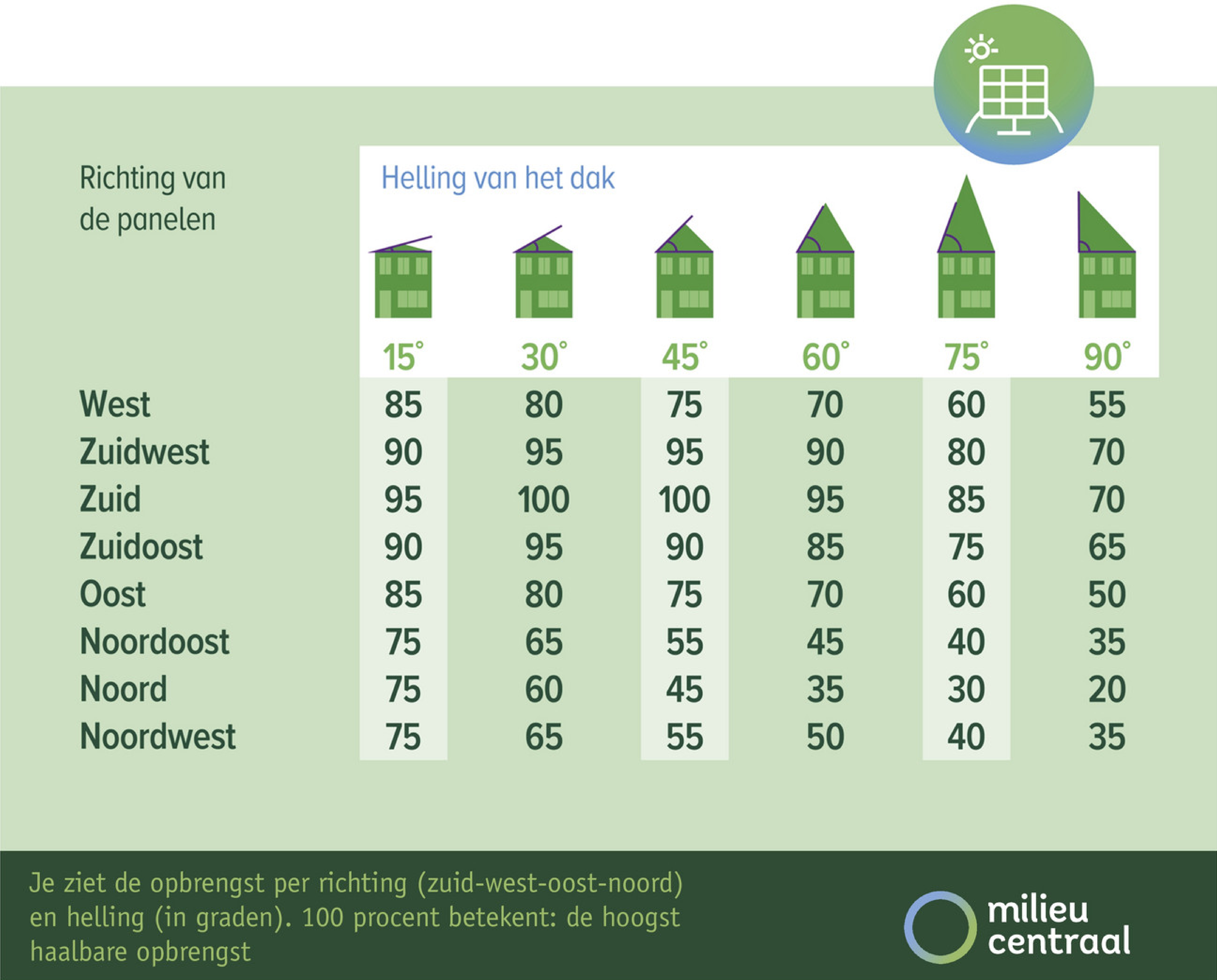
....

c Jesse en Ingrid laten de zonnepanelen op hun dak leggen. Het dak ligt op het oosten en heeft een hellingshoek van 45°.
Hoe groot is de opbrengst van hun zonnepanelen, vergeleken met de hoogst haalbare opbrengst?

....

....

afbeelding 6 De opstelling van zonnepanelen maakt uit voor hun opbrengst.



Richting van de panelen	Helling van het dak 15°	30°	45°	60°	75°	90°
West	85	80	75	70	60	55
Zuidwest	90	95	95	90	80	70
Zuid	95	100	100	95	85	70
Zuidoost	90	95	90	85	75	65
Oost	85	80	75	70	60	50
Noordoost	75	65	55	45	40	35
Noord	75	60	45	35	30	20
Noordwest	75	65	55	50	40	35

bron: www.milieucentraal.nl

12  Lees het krantenartikel in afbeelding 7.

a Zet in afbeelding 8 in elke pijl van het energie-stroomdiagram om welke soort energie het gaat. Noteer tussen haakjes hoeveel procent van de invallende stralingsenergie in deze energiesoort is omgezet.

b Waarom is het belangrijk dat het rendement van zonnecellen wordt vergroot?

....

....

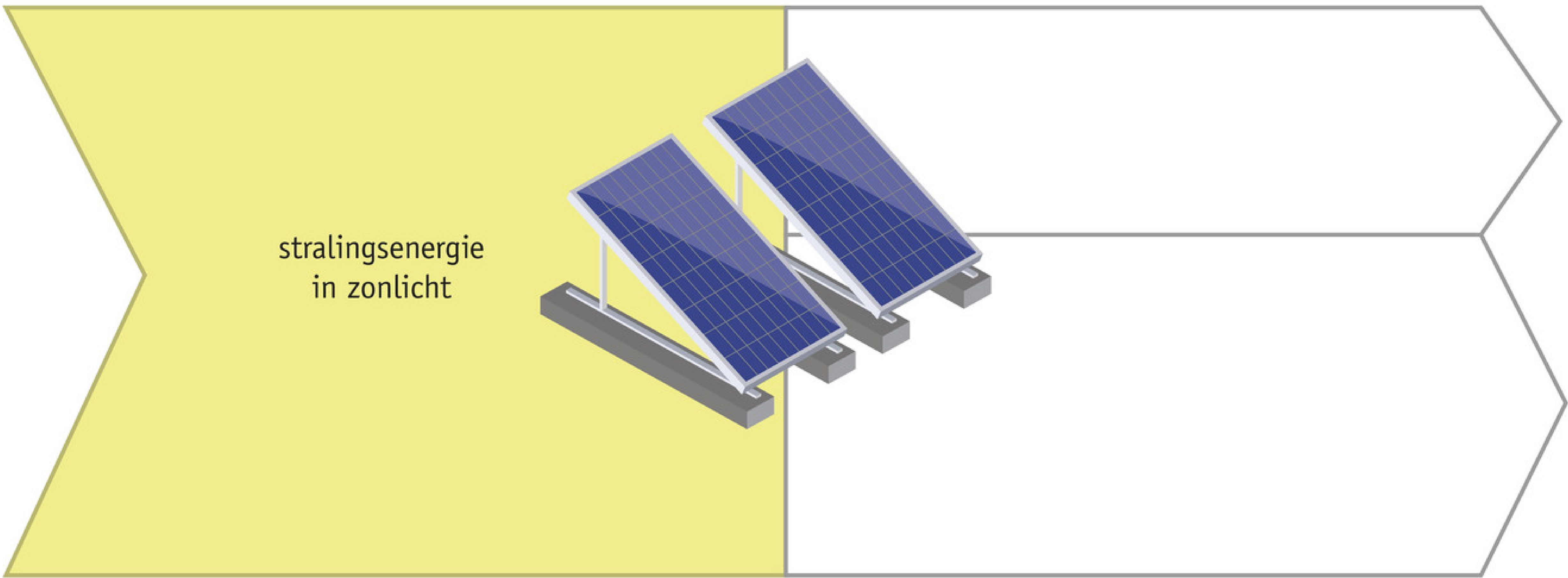
....

....

afbeelding 7 Experimentele zonnecellen halen recordrendement.

RECORD-ZONNECELLEN

Onderzoekers in de Verenigde Staten hebben zonnecellen gebouwd die 40% van het invallende zonlicht omzetten in elektriciteit. Niet eerder is zo'n hoog rendement gehaald. De zonnecellen bestaan uit zes soorten materialen verdeeld over 140 laagjes. Hierdoor kan een groter deel van het binnenkomende licht worden omgezet in elektrische energie. In vergelijking met onze huidige zonnepanelen is de opbrengst zelfs meer dan twee keer zo hoog!



afbeelding 8 De energie-omzetting in een zonnecel.

13 In de glastuinbouw wordt gebruikgemaakt van warmtekrachtkoppeling. Op een tuinbouwbouwbedrijf wordt een installatie gebouwd die elektrische energie opwekt (een soort minicentrale). De opgewekte elektrische energie wordt gebruikt op het bedrijf of aan het elektriciteitsnet geleverd. De afvalwarmte wordt gebruikt om er de kassen mee te verwarmen. In afbeelding 9 is het energie-stroomdiagram van zo'n warmtekrachtinstallatie getekend.

a Hoeveel procent van de chemische energie wordt omgezet in verloren warmte? ....%

b Hoeveel procent van de chemische energie wordt omgezet in nuttig gebruikte warmte? ....%

c Hoeveel procent van de chemische energie wordt omgezet in elektrische energie? ....%

d Bereken het totaal afgegeven nuttig vermogen.

....

....

....

e Bereken het rendement van de installatie met de gegevens uit afbeelding 9 door gebruik te maken van een formule.

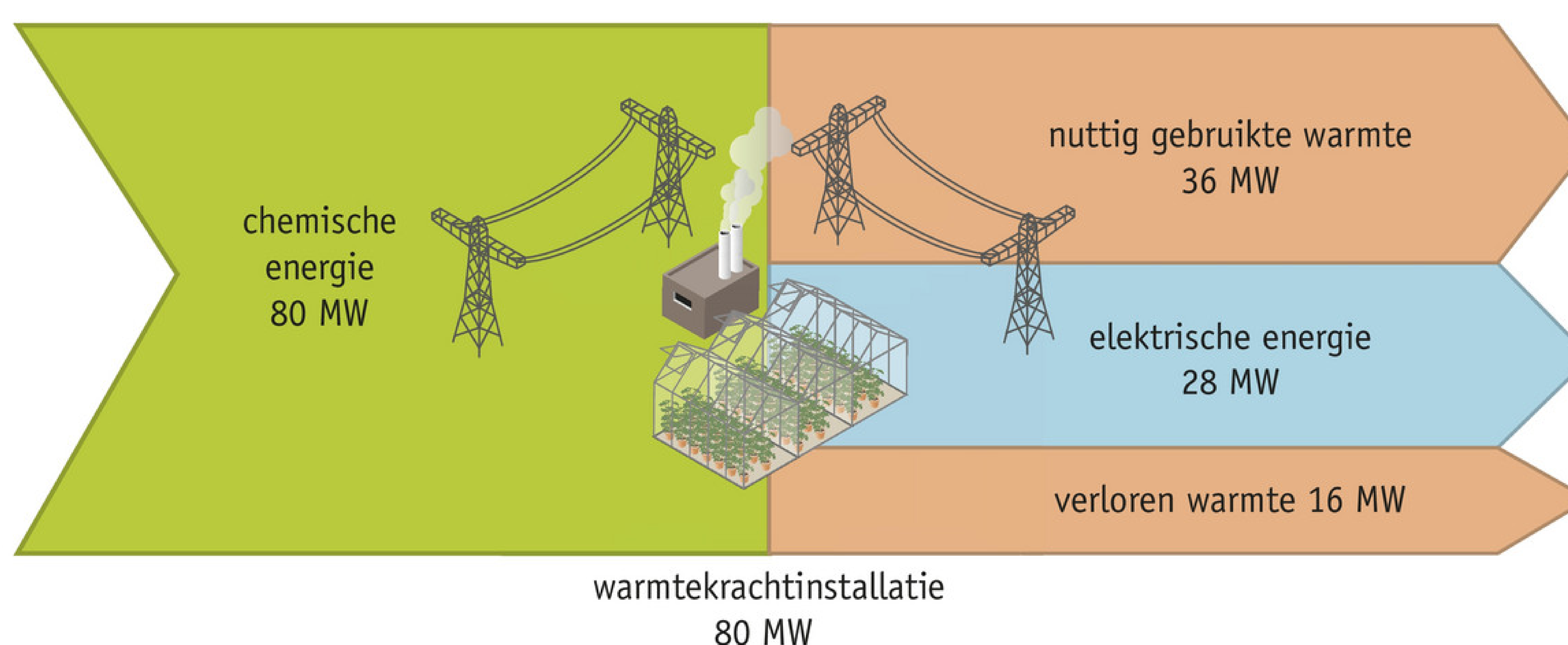
....

....

....

....

....



afbeelding 9 Het energie-stroomdiagram van een warmtekrachtinstallatie, met de geleverde vermogens.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

3 Windenergie

LEERDOELEN

11.3.1 Je kunt voorbeelden geven van hoe bewegingsenergie praktisch wordt gebruikt.
11.3.2 Je kunt berekeningen uitvoeren met bewegingsenergie, massa en snelheid.
11.3.3 Je kunt benoemen welke energie-omzetting plaatsvindt in een windturbine.
11.3.4 Je kunt een eenvoudige manier beschrijven om een wisselspanning op te wekken.
11.3.5 Je kunt uitleggen hoe de wisselspanning van een fietsdynamo ontstaat.
11.3.6 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met het piekvermogen van een windturbine.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	11.3.1	11.3.2	11.3.3	11.3.4	11.3.5	11.3.6	6* (voorkennis)
Onthouden	1, 2ac	2b	3, 4abcd		5abcd	14b	
Begrijpen				10abcde	12bc	13bcd, 14a	
Toepassen		6ab, 7bc, 8	9abc	11	12ad	13a	7a
Analyseren			9d			14c	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Windmolenparken kun je zowel op land als op zee aanleggen. Welke voordelen zou het hebben om ze op zee te bouwen? Kun je ook nadelen bedenken?

BEWEGINGSENERGIE

Wind is bewegende lucht. Doordat lucht beweegt, heeft hij **bewegingsenergie**. Met een windmolen kun je die bewegingsenergie benutten. In het verleden werden windmolens onder andere gebruikt om graan te malen, hout te zagen en water weg te pompen (afbeelding 1). De moderne windmolens die je nu overal in Nederland ziet staan, wekken elektrische energie op.



afbeelding 1 Een historisch windmolenpark.

Hoe sneller iets beweegt, des te groter is de hoeveelheid bewegingsenergie. Dat geldt voor de wind, maar ook voor de vuisten van een bokser, het racket van een tennisser en de hamer van een klusser: hoe sneller ze bewegen, hoe meer energie ze hebben. Met die energie kun je dingen doen, zoals een tennisbal terugslaan of een spijker in een balk timmeren.

De hoeveelheid bewegingsenergie hangt niet alleen af van de snelheid; de massa speelt ook een rol. Hoe groter de massa, des te groter is de hoeveelheid bewegingsenergie. Dat merk je bijvoorbeeld als je een dikke spijker in een stuk hout slaat. Een zware hamer (grote massa) is veel effectiever dan een licht hamertje (kleine massa).

Je kunt de hoeveelheid bewegingsenergie (ook wel **kinetische energie** genoemd) berekenen met de formule:

bewegingsenergie = 0,5 × massa × snelheid in het kwadraat

Of in symbolen:

$$E_k = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$$

In deze formule is:
- E_k de bewegingsenergie van het voorwerp in joule (J);
- m de massa van het voorwerp in kilogram (kg);
- v de snelheid van het voorwerp in meter per seconde (m/s).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een boer slaat een paal de grond in voor een omheining (afbeelding 2). De kop van de paalhamer heeft een massa van 4,6 kg. De kop raakt de paal met een snelheid van 5,0 m/s.
Bereken de bewegingsenergie van de kop van de hamer op het moment dat hij de paal raakt.

gegevens $m = 4{,}6$ kg
$v = 5{,}0$ m/s

gevraagd E_k = ? J

uitwerking $E_k = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$
$= 0{,}5 \times 4{,}6 \times 5{,}0^2 = 2{,}3 \times 25 = 57{,}5$ J

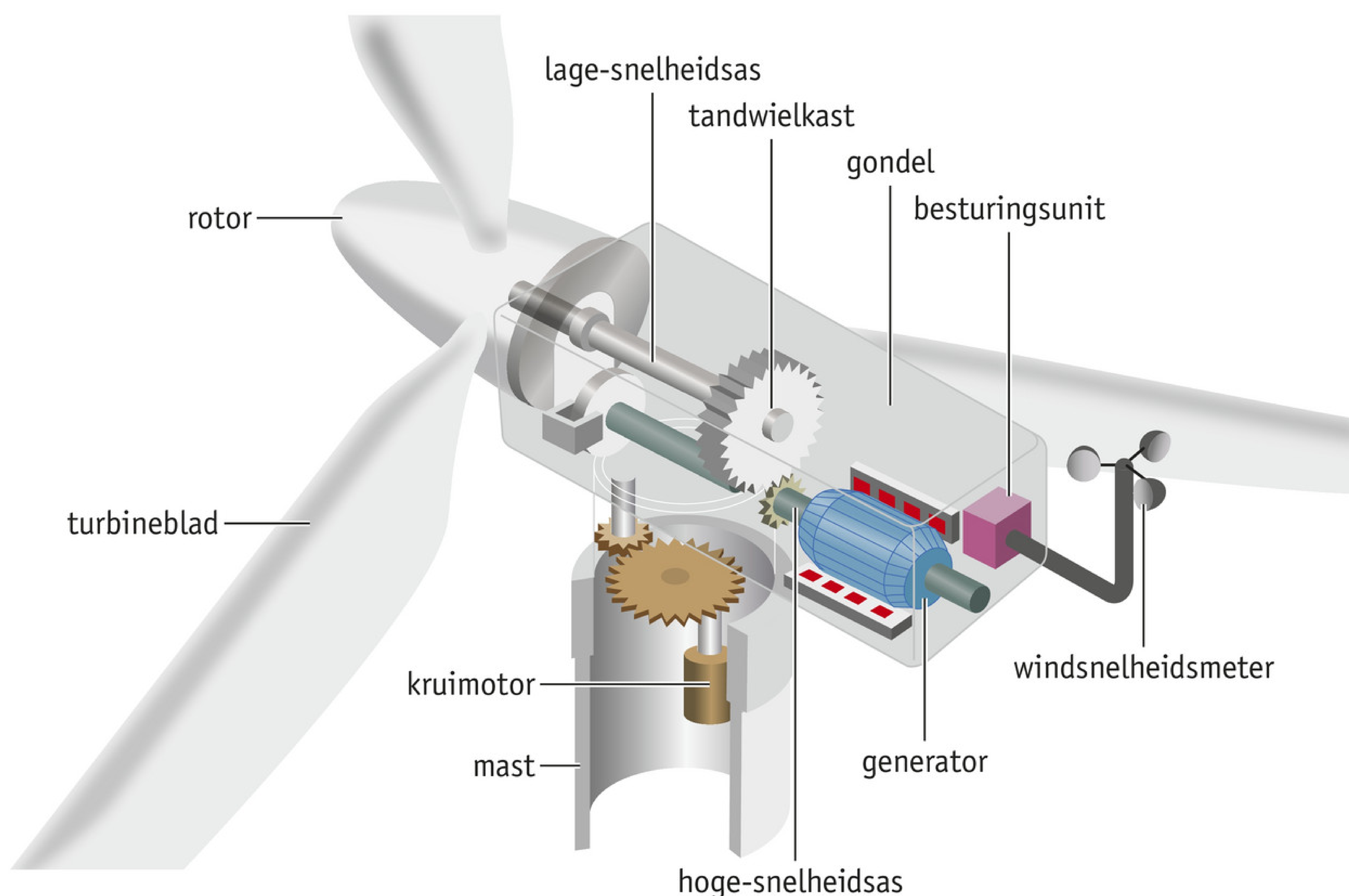


afbeelding 2 Een boer in actie met een paalhamer.

DE WIND ALS ENERGIEBRON

In afbeelding 3 zijn de belangrijkste onderdelen van een moderne windmolen getekend. Zo'n molen wordt ook wel een **windturbine** genoemd. Hij werkt als volgt:

1 De wind laat de turbinebladen (wieken) van de windturbine draaien. De lage-snelheidsas, waaraan de bladen zijn bevestigd, draait mee.
2 Een tandwielkast (een soort versnellingsbak) brengt de beweging van de lage-snelheidsas over op de hoge-snelheidsas. Het aantal omwentelingen per seconde wordt daarbij sterk opgevoerd.
3 De hoge-snelheidsas drijft op zijn beurt een generator aan. In de generator wordt dan elektrische energie opgewekt.
4 Een transformator verhoogt de spanning van de opgewekte elektrische energie tot 10 000 volt, zodat die efficiënt vervoerd kan worden.
5 De elektrische energie wordt daarna via het elektriciteitsnet geleverd aan woningen en bedrijven.



afbeelding 3 Een moderne windturbine.

BEWEGINGSENERGIE OMZETTEN

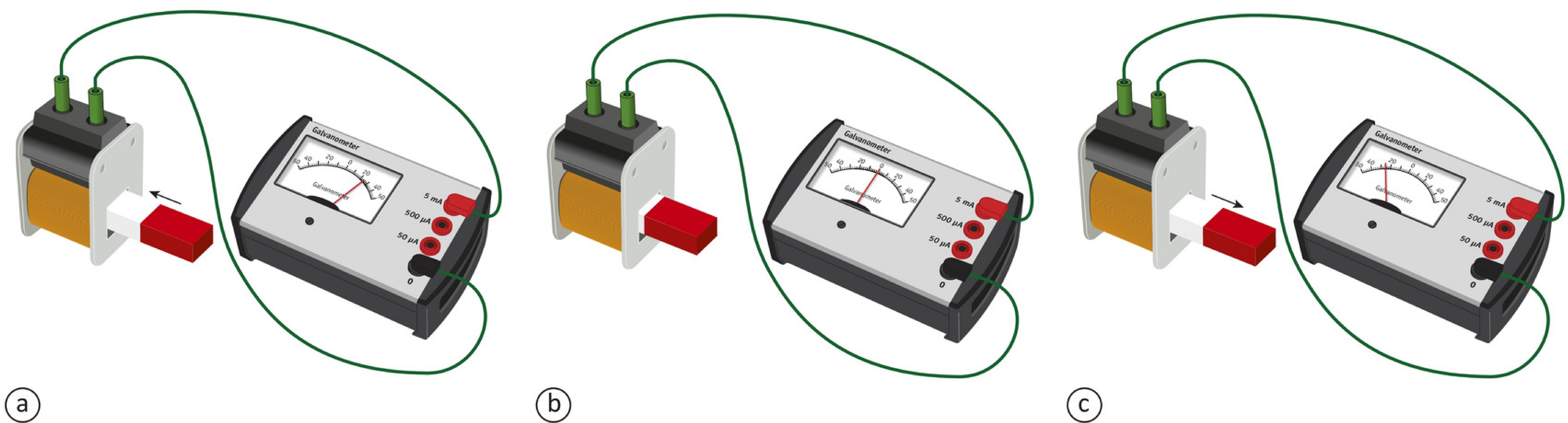
Een generator zet bewegingsenergie om in elektrische energie. Een dynamo zit eenvoudiger in elkaar dan een generator, maar werkt volgens hetzelfde basisprincipe. Als je de as van een dynamo laat draaien, wordt er in de dynamo een elektrische spanning opgewekt. Je kunt een fietslamp van elektrische energie voorzien door hem op die spanning aan te sluiten.

In afbeelding 4 zie je een eenvoudig model van een dynamo. Je hebt er maar twee onderdelen voor nodig: een spoel en een **permanente magneet**, een stuk metaal dat blijvend magnetisch is gemaakt. Je kunt deze eenvoudige ‘dynamo’ spanning laten leveren door de magneet in de spoel heen en weer te bewegen.

- In afbeelding 4a wordt de magneet in de spoel geschoven. De speciale stroommeter slaat daarbij uit naar rechts.
- In afbeelding 4b ligt de magneet in de spoel zonder te bewegen. Er loopt dan geen stroom door de stroomkring.
- In afbeelding 4c wordt de magneet weer uit de spoel gehaald. De speciale stroommeter slaat dan naar links uit.

Je ziet dat als het magneetveld in een spoel verandert, er een spanning ontstaat tussen de uiteinden van de spoel. Doordat het magneetveld steeds verandert, ontstaat er een steeds veranderende **wisselspanning**. Als je een apparaat op die spanning aansluit, verandert ook de stroom steeds van richting: er ontstaat een **wisselstroom**.

afbeelding 4 Spanning opwekken met een bewegende magneet.



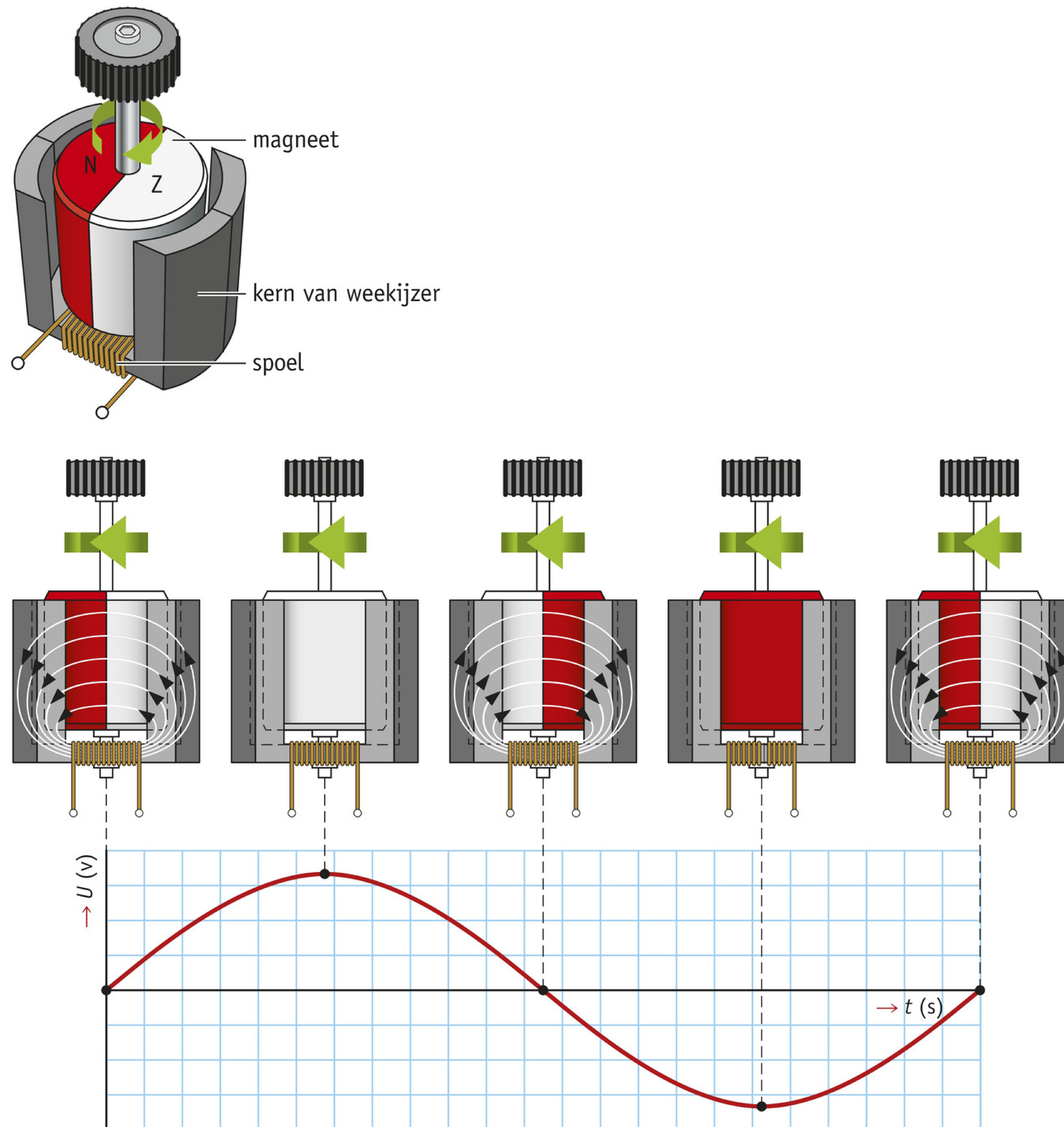
DE FIETSDYNAMO

In afbeelding 5 is getekend hoe een fietsdynamo werkt. Een permanente magneet magnetiseert een kern die van **weekijzer** is gemaakt. Dat is ijzer dat je gemakkelijk magnetisch kunt maken. Als je er een magneet bij houdt, wordt het snel magnetisch. Als je de magneet weghaalt, is de magnetisering even snel weer verdwenen.

Als de dynamo wordt aangedreven, begint de magneet te draaien. Daardoor wordt het weekijzer steeds op een andere manier gemagnetiseerd. Dat zie je aan de veldlijnen die in de kern zijn getekend. Het magneetveld in de spoel verandert steeds van grootte en richting. Zo wordt er een wisselspanning opgewekt tussen de uiteinden van de spoel.

Er zijn ook dynamo’s waarin de spoel ronddraait, terwijl de magneet stilstaat. Ook in dat geval verandert het magneetveld in de spoel steeds van grootte en richting.

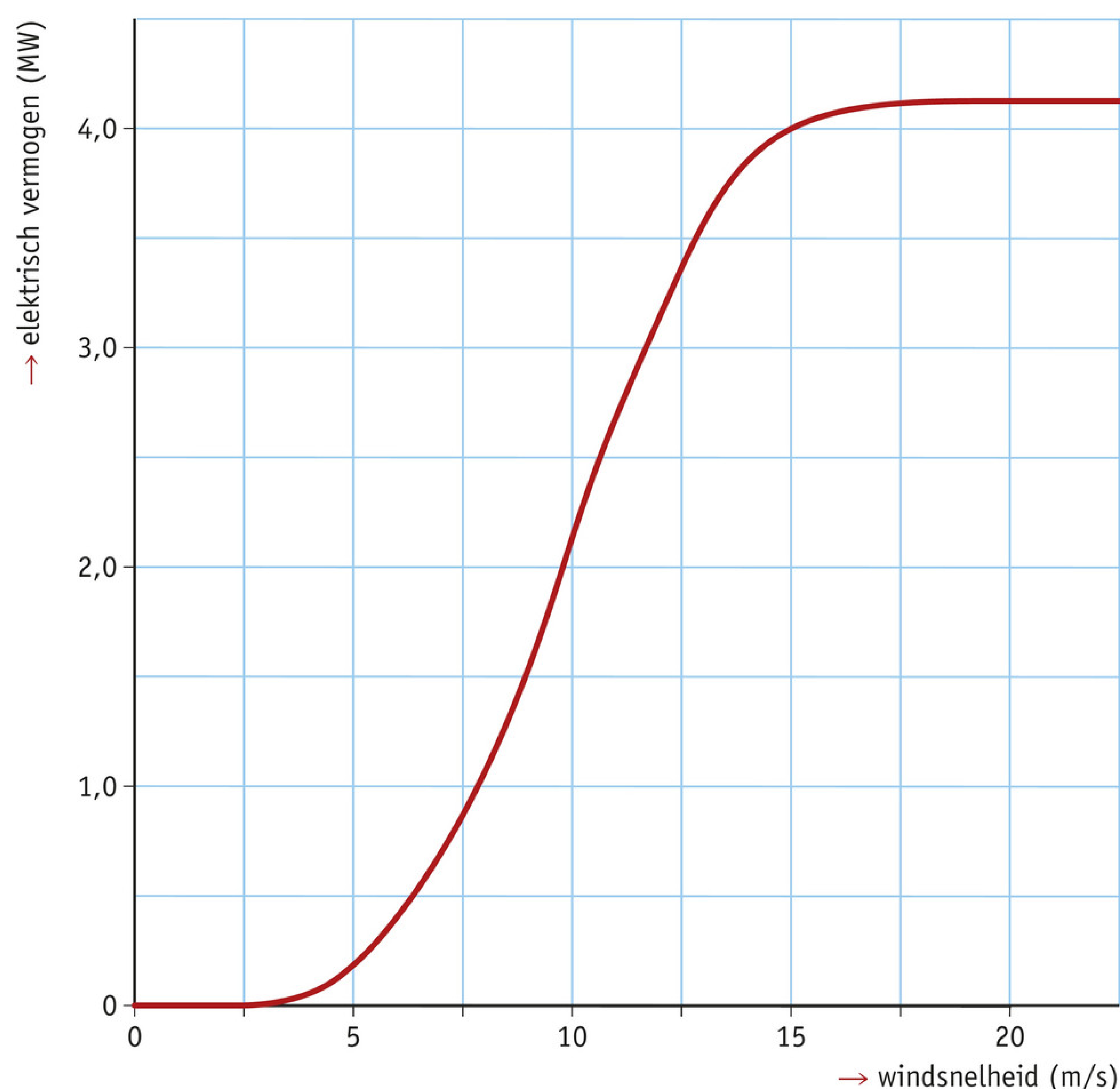
afbeelding 5 Zo werkt een fietsdynamo.



HET VERMOGEN VAN EEN WINDTURBINE

Een belangrijke eigenschap van een windturbine is het piekvermogen. Dat is het grootste elektrisch vermogen dat de windturbine kan leveren. Grote windturbines hebben een piekvermogen van ongeveer 5 MW (5 miljoen watt). Zo'n windturbine levert dus onder gunstige omstandigheden 5 miljoen joule (5 MJ) elektrische energie per seconde.

In afbeelding 6 is getekend hoe het vermogen van een windturbine afhangt van de windsterkte. Je ziet dat het vermogen snel stijgt bij toenemende windsnelheid. Bij 17 m/s (windkracht 7) levert de turbine 4,1 MW. Dit is het piekvermogen. Als het harder waait, neemt het elektrisch vermogen niet verder toe. Een computer in de windturbine zorgt ervoor dat de turbine niet 'op hol slaat'.



afbeelding 6 Het verband tussen de windsnelheid en het geleverde elektrisch vermogen.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Dingen die bewegen, hebben bewegingsenergie.
Waar hangt de hoeveelheid bewegingsenergie van af?
- ○ A de snelheid en de grootte van het voorwerp
- ○ B de snelheid en de massa van het voorwerp
- ○ C de snelheid en de vorm van het voorwerp

2 Vul in.

a Windenergie is een soort ....

b Je berekent de bewegingsenergie met de formule ....

c Wind is bewegende .... en heeft daarom ook bewegingsenergie.

3 In een windturbine wordt energie omgezet.
Welke energie-omzetting vindt plaats in een windturbine?
- ○ A Bewegingsenergie wordt omgezet in elektrische energie.
- ○ B Bewegingsenergie wordt omgezet in windenergie.
- ○ C Elektrische energie wordt omgezet in bewegingsenergie.

4 Vul de onderdelen van een windturbine in.

a De .... gaan draaien als de wind ertegenaan blaast.

b De .... vergroot het aantal omwentelingen per seconde.

c De .... wekt elektrische energie op als de turbine draait.

d De .... verhoogt de spanning tot 10 000 volt.

5 Vul in.

a In een fietsdynamo vind je:
- een permanente .... die kan draaien;
- een kern die van .... is gemaakt;
- een .... van koperdraad.

b Als de magneet draait, wordt het .... van de kern steeds verschillend ....

c Het magneetveld in de spoel verandert hierdoor steeds van .... en van ....

d Zo wordt er een .... opgewekt tussen de uiteinden van de spoel.

TOEPASSING

6 Bereken de hoeveelheid kinetische energie:

a van een op afstand bestuurbare speelgoedauto met een massa van 1,6 kg en een snelheid van 3,0 m/s.

....

....

....

....

....

....

b van een tennisbal met een massa van 58 g en een snelheid van 50 m/s.

....

....

....

....

....

....

7 Van een bepaald type grote windturbine is bekend dat bij een windsnelheid van 10 m/s iedere seconde $11 \cdot 10^4$ kg lucht de rotorbladen passeert.
Hoe groot is de bewegingsenergie van deze hoeveelheid lucht?

- ○ A $5{,}5 \cdot 10^5$ J
- ○ B $11 \cdot 10^5$ J
- ○ C $5{,}5 \cdot 10^6$ J
- ○ D $11 \cdot 10^6$ J

8

a Bas rijdt op een e-bike. Hij rijdt met een snelheid van 45 km/h.
Reken de snelheid van km/h om naar m/s.

....

b Bas en zijn e-bike hebben samen een massa van 78 kg.
Bereken de kinetische energie van de e-bike (inclusief Bas) bij een snelheid van 45 km/h.

....

....

....

....

....

....

c Bas ziet tijdens een fietsrit een vrachtwagen rijden.
Bereken de hoeveelheid kinetische energie van de vrachtwagen. De vrachtwagen heeft een massa van $35 \cdot 10^3$ kg en een snelheid van 81 km/h.

....

....

....

....

....

....

9 De kaart in afbeelding 7 is gemaakt om geschikte gebieden te vinden voor het plaatsen van windmolens. Hij laat zien hoe groot de gemiddelde windsnelheid op 100 m hoogte is.

a De gemiddelde windsnelheid in het binnenland is *groter* / *kleiner* dan in de kuststreek, omdat er boven land meer obstakels zijn.

b In welke provincie zullen windturbines de hoogste opbrengst opleveren?
- ○ A Gelderland
- ○ B Groningen
- ○ C Limburg

c Bij een hoge windsnelheid is de opbrengst van de windturbine het grootst. In welke provincie zullen windturbines de laagste opbrengst geven?
- ○ A Gelderland
- ○ B Groningen
- ○ C Limburg

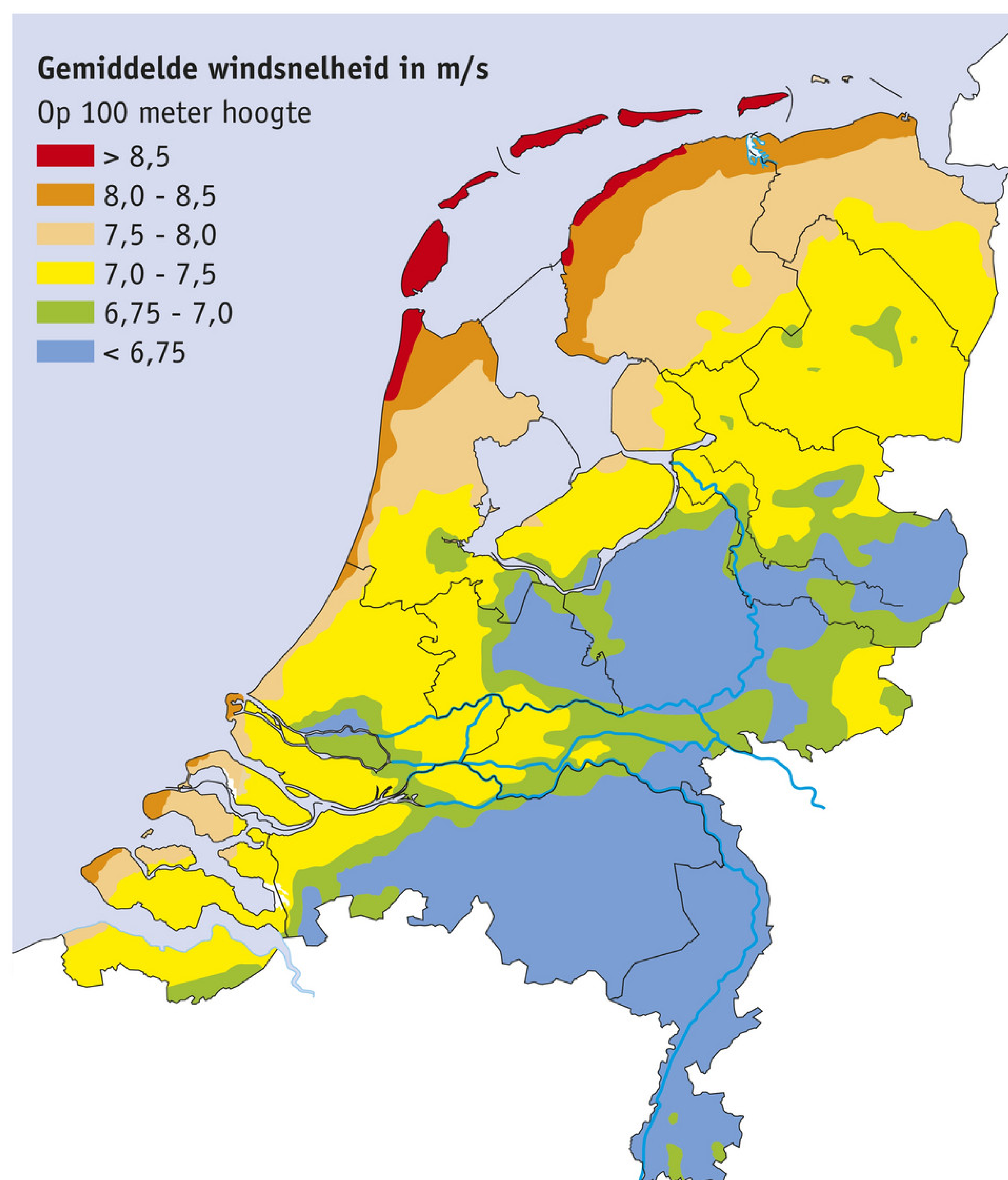
d Windturbines worden ook vaak in de Noordzee geplaatst, 10 km of meer uit de kust. Welke voordelen heeft dat? Noteer er twee.

....

....

....

....



afbeelding 7 Zo hard waait het gemiddeld in Nederland.

10 Stefan doet de proef die in afbeelding 8 is getekend. De speciale stroommeter slaat uit als Stefan de magneet laat draaien. Als deze stroommeter verder uitslaat, betekent dat ook dat de spanning die wordt opgewekt groter is.
Wat gebeurt er met de opgewekte spanning als Stefan:

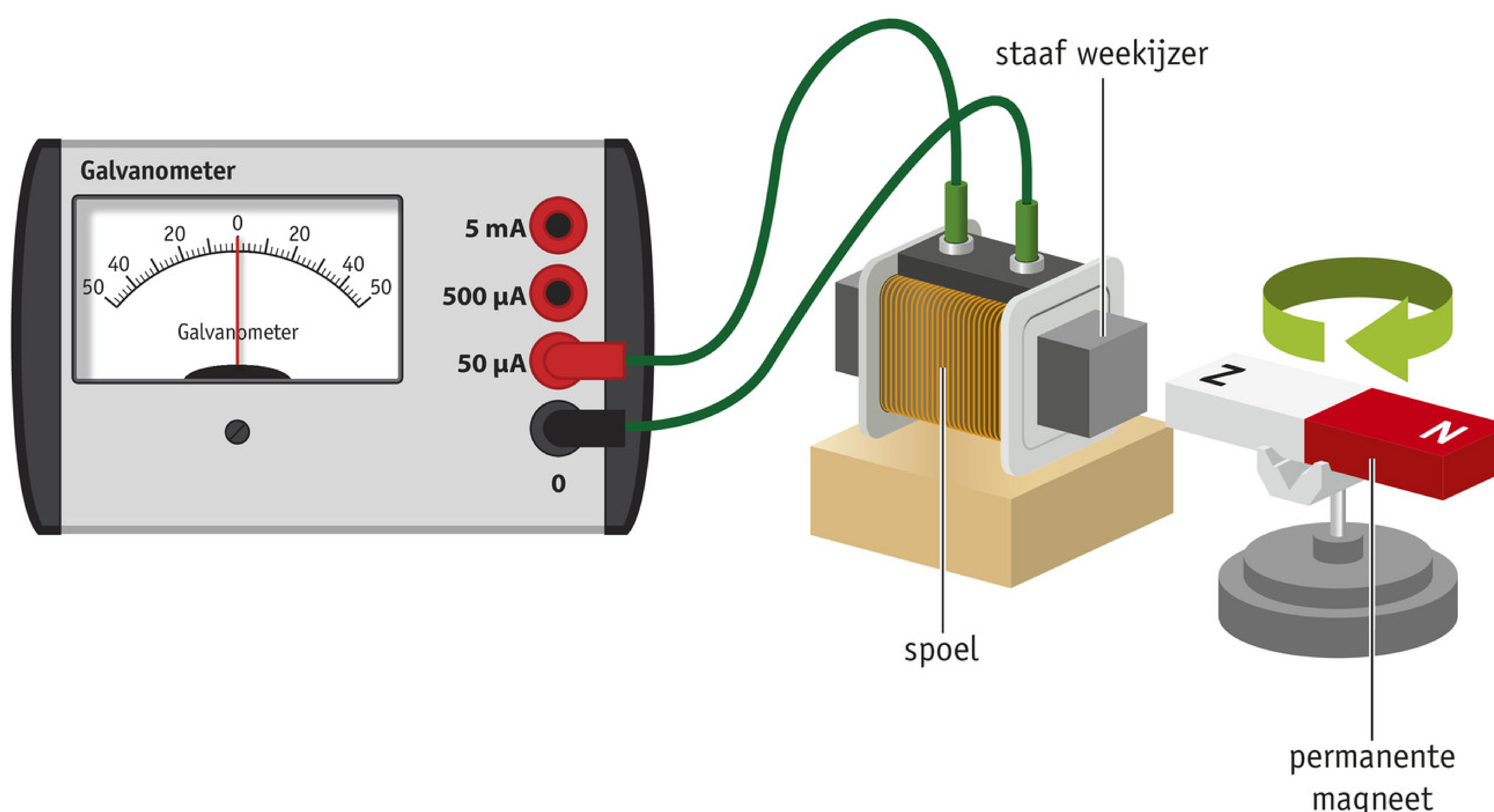
a de staaf weekijzer vervangt door een aluminium staaf?
De spanning *wordt groter* / *wordt kleiner* / *verandert niet*.

b de permanente magneet sneller laat ronddraaien?
De spanning *wordt groter* / *wordt kleiner* / *verandert niet*.

c de staaf weekijzer uit de spoel weghaalt?
De spanning *wordt groter* / *wordt kleiner* / *verandert niet*.

d de permanente magneet dichter bij de spoel zet?
De spanning *wordt groter* / *wordt kleiner* / *verandert niet*.

e de magneet vervangt door een sterkere magneet?
De spanning *wordt groter* / *wordt kleiner* / *verandert niet*.

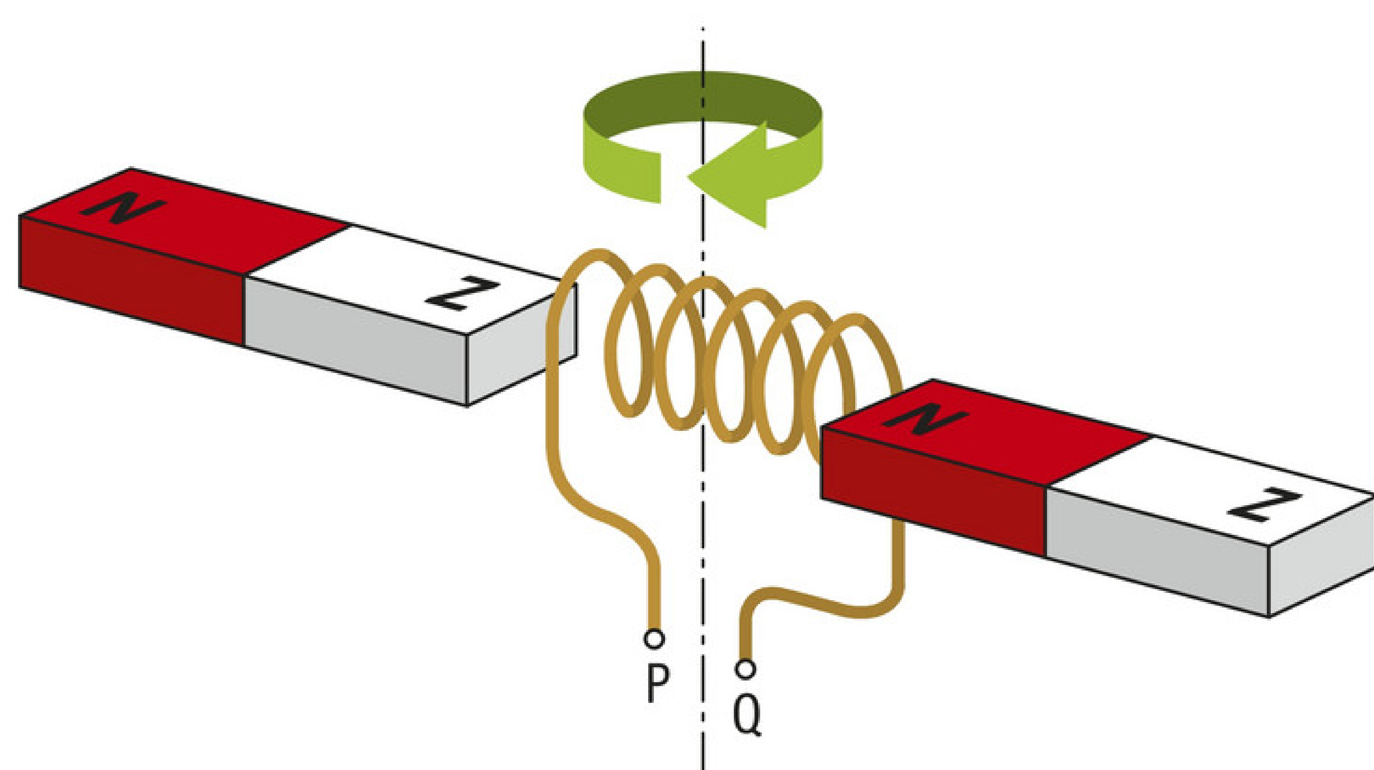


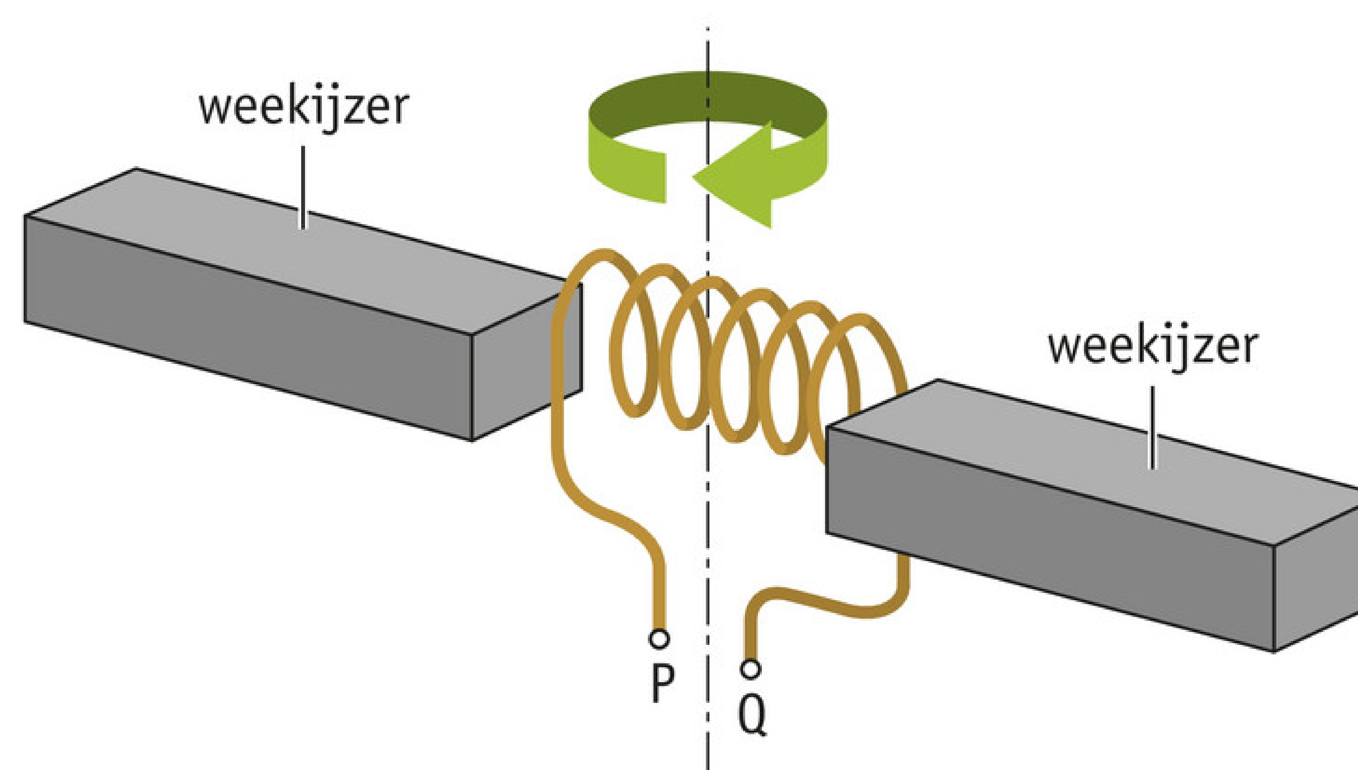
afbeelding 8 Een proef met een dynamomodel.

11 Neci onderzoekt op welke manier ze een spanning kan opwekken. Ze maakt twee verschillende opstellingen (afbeelding 9). In afbeelding 9a draait een spoel tussen de polen van twee magneten. In afbeelding 9b zijn de magneten vervangen door stukken weekijzer.
Met welke opstelling kun je een wisselspanning opwekken tussen P en Q?

○ A alleen met de opstelling in afbeelding 9a
○ B alleen met de opstelling in afbeelding 9b
○ C met beide opstellingen
○ D met geen van beide opstellingen

afbeelding 9 Hoe kun je een wisselspanning opwekken?





12 Een lampje is aangesloten op de contacten P en Q van een dynamo. In afbeelding 10a is aangegeven hoe de spanning tussen P en Q verandert. Als die spanning positief is, loopt de stroom van P naar Q.

a De spanning op t = 3 ms is .... Dus de stroom loopt van ....

naar ....

b Geef in afbeelding 10b de stroomrichting aan op t = 3 ms.

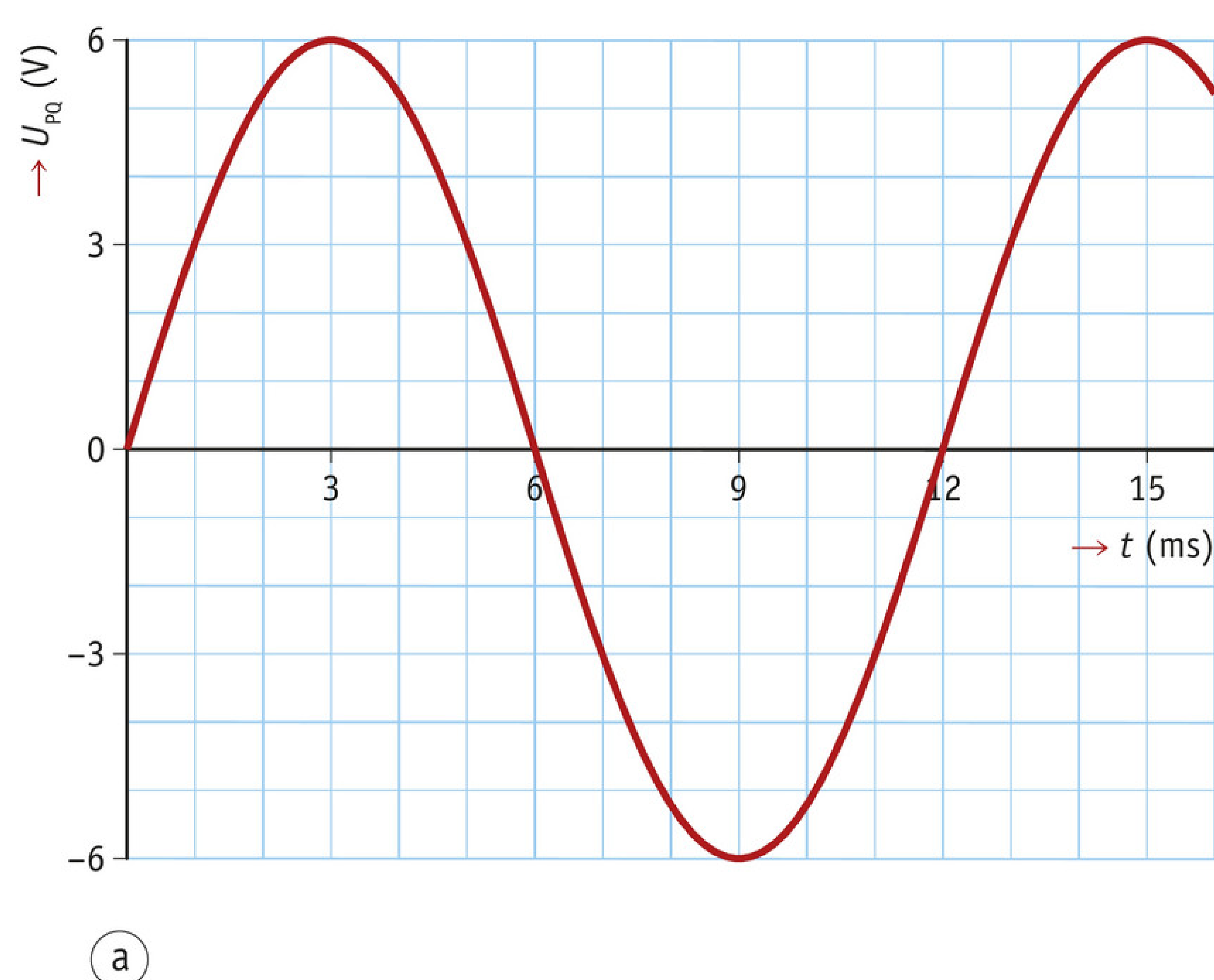
c Geef in afbeelding 10c de stroomrichting aan op t = 9 ms.

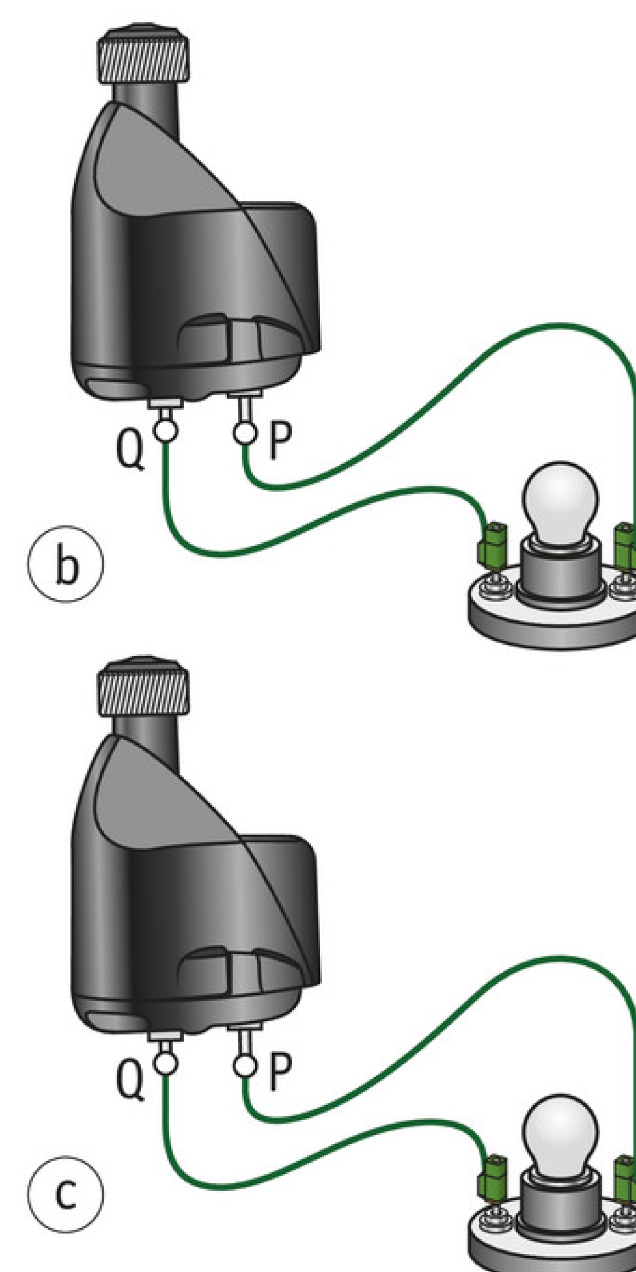
d Op welke momenten loopt er geen stroom door het lampje?

....

....

afbeelding 10 Wisselspanning en wisselstroom.







★ 13 Een onderzoeksbureau heeft een windturbine getest. In tabel 1 zie je enkele meetresultaten.



a Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.
Teken in afbeelding 11 een grafiek van deze meetresultaten.

b Hoe groot is het piekvermogen van de geteste windturbine?

....

c Bij welke windsnelheid wordt het piekvermogen bereikt?

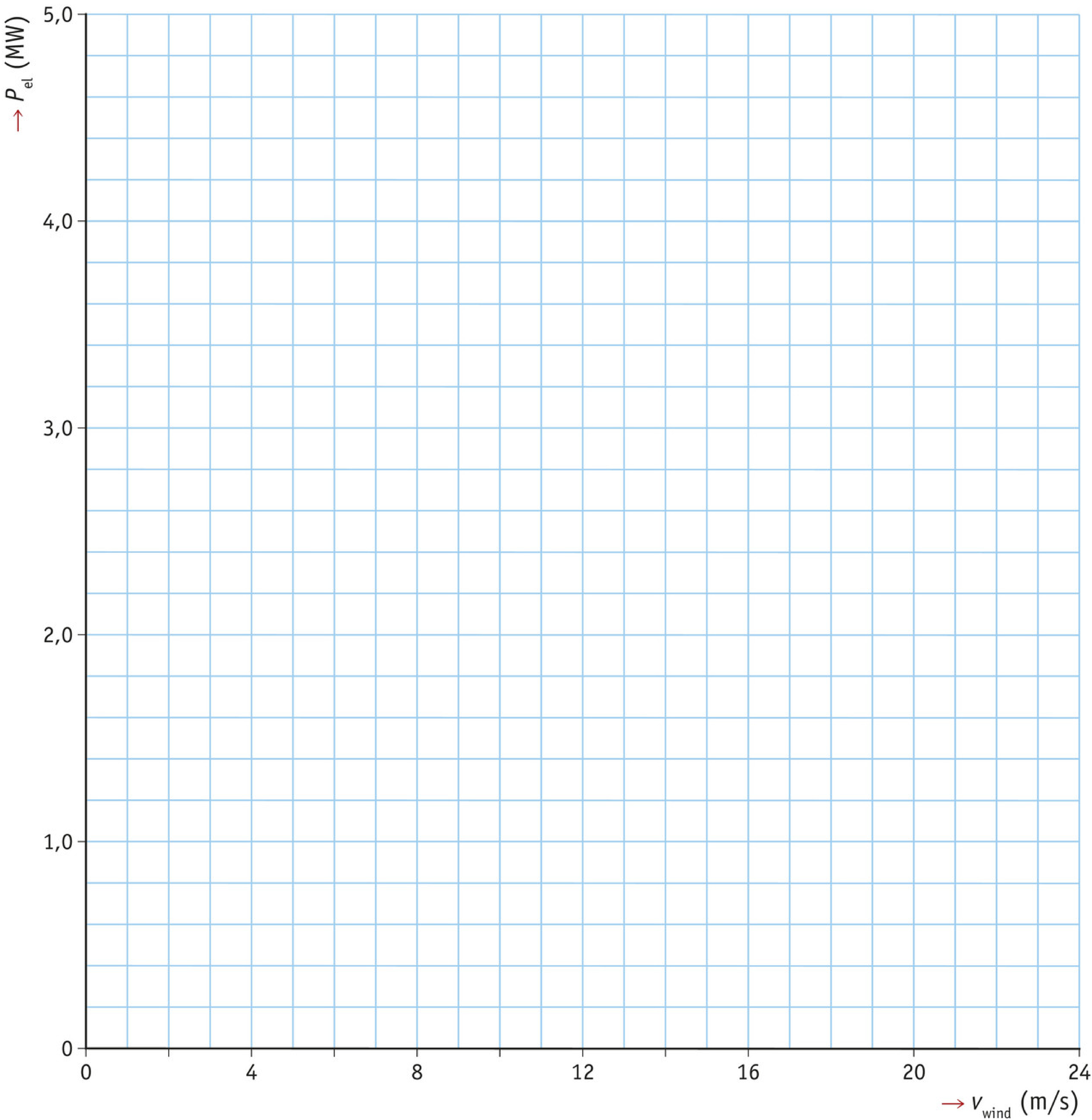
....

d Bij windkracht 6 (krachtige wind) is de windsnelheid ongeveer 12 m/s.
Welk vermogen levert de windturbine dan?

....

tabel 1 Windsnelheid en vermogen.

v_{wind} (m/s)	P_{el} (MW)
0	0,0
2	0,0
4	0,04
6	0,46
8	1,22
10	2,34
12	3,44
14	4,23
16	4,48
18	4,50
20	4,50
22	4,50
24	4,50



afbeelding 11 Het verband tussen windsnelheid en elektrisch vermogen.

14 Lees de tekst in afbeelding 12. Deze is afkomstig van een internetsite over een groot windenergieproject.

a Hoe groot is het maximale elektrisch vermogen van één windturbine?

....

....

....

b Het maximale elektrisch vermogen wordt ook wel het .... genoemd.

c Als de windturbines van windpark Gemini op het vasteland waren geplaatst, zou hun opbrengst duidelijk lager zijn.
Hoe komt het dat ze dan minder elektrische energie produceren?

....

....

....

....

afbeelding 12 Windenergie van zee.

Offshore windpark Gemini

Windpark Gemini ligt op de Noordzee. Met een totale capaciteit van 600 MW is dit een van de grootste windparken van Europa. De 150 windmolens van windpark Gemini produceren ieder jaar 9,4 TJ (2,6 miljard kWh) aan groene stroom. Dit komt overeen met de energiebehoefte van de huishoudens in de drie noordelijke provincies bij elkaar.
Windpark Gemini ligt ver weg in de Noordzee, achter de horizon, op 85 kilometer boven de Groningse kust bij Schiermonnikoog. Op deze locatie in de Noordzee worden de hoogste en meest constante windsnelheden bereikt. De gemiddelde windsnelheid is 36 km per uur.



naar: www.hvcgroep.nl



Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Waterkracht

LEERDOELEN

11.4.1 Je kunt uitleggen hoe een waterkrachtcentrale zwaarte-energie omzet in elektrische energie.
11.4.2 Je kunt berekeningen uitvoeren met zwaarte-energie, massa en hoogte.
11.4.3 Je kunt in berekeningen het verband tussen zwaarte-energie en bewegingsenergie toepassen.
11.4.4 Je kunt uitleggen op welke vier punten je energiebronnen met elkaar kunt vergelijken.
11.4.5 Je kunt voor- en nadelen noemen van de energiebronnen die in Nederland worden gebruikt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	11.4.1	11.4.2	11.4.3	11.4.4	11.4.5	11.2.6*	7.4.3*
Onthouden	1abcd, 3	2abc	4	6	5		
Begrijpen			11a	12abc	13abcd, 14		
Toepassen	9abcd	7abcd, 8, 10c	11b		13e	10d	10b
Analyseren	10a			12d			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

In veel landen wordt energie gehaald uit meren vol water. Nederland is een waterland met veel meren. Toch is het niet goed mogelijk om dit water als energiebron te gebruiken. Hoe komt dat?

ELEKTRICITEIT UIT EEN STUWMEER

In bergachtige gebieden worden vaak stuwdammen aangelegd. In een dal waar een rivier doorheen loopt, wordt een hoge dam gebouwd. Als de dam af is, houdt hij het water van de rivier tegen. Het dal voor de dam loopt dan langzaam vol. Na verloop van tijd ontstaat een diep stuwmeer (afbeelding 1).

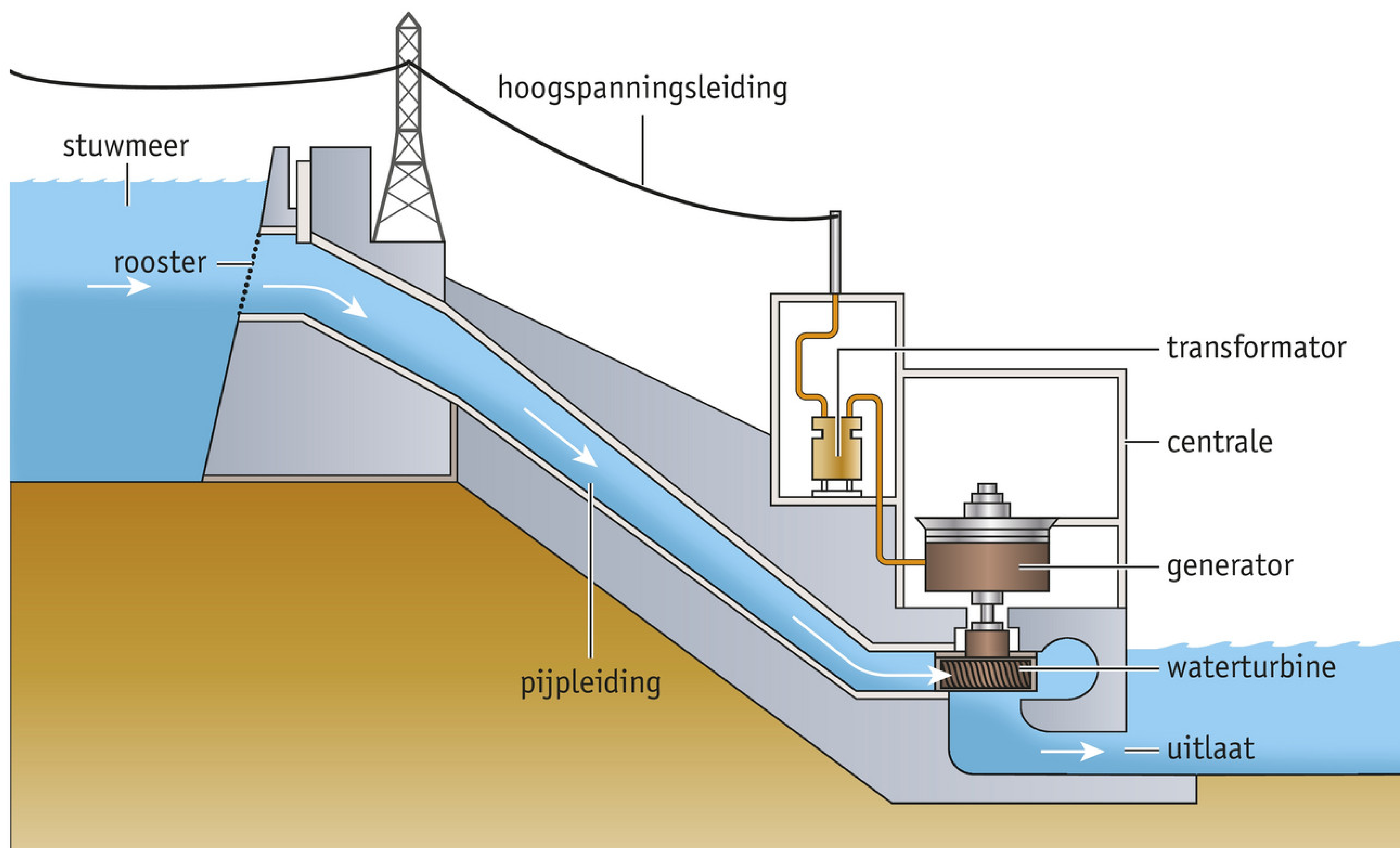


afbeelding 1 Een stuwmeer in de rivier Dunajec in Polen.

Meestal wordt in een stuwdam een **waterkrachtcentrale** gebouwd. Als het water in het meer hoog genoeg staat, kan deze centrale opgestart worden. Er worden kleppen opengezet zodat er water uit het meer kan stromen. Zo wordt het waterpeil in het meer constant gehouden. Het wegstromende water wordt gebruikt om in de centrale elektriciteit op te wekken.

Een waterkrachtcentrale zet de energie van water in het stuwmeer om in elektrische energie. In afbeelding 2 zie je hoe een waterkrachtcentrale werkt:

1 Via pijpleidingen stroomt het water van het stuwmeer omlaag naar de centrale.
2 Het stromende water brengt de schoepen van een waterturbine in beweging.
3 De **waterturbine** drijft een generator aan waarmee elektrische energie wordt opgewekt.
4 De elektrische energie wordt via het elektriciteitsnet aan woningen en bedrijven geleverd.



afbeelding 2 Zo werkt een waterkrachtcentrale.

ZWAARTE-ENERGIE

Zwaarte-energie (ook wel **potentiële energie** genoemd) ontstaat doordat er een hoogteverschil is. Een voorwerp dat gewoon op de grond staat, heeft geen zwaarte-energie. Hoe verder een voorwerp zich daarboven bevindt, des te meer zwaarte-energie het heeft. Je kunt de hoeveelheid zwaarte-energie berekenen met de formule:

zwaarte-energie = massa × zwaartekracht per massa-eenheid × hoogte

Of in symbolen:

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

In deze formule is:

- E_z de zwaarte-energie van het voorwerp in joule (J);
- m de massa van het voorwerp in kilogram (kg);
- g de zwaartekracht per massa-eenheid in newton per kilogram (N/kg);
- h de hoogte van het voorwerp in meter (m).

Bij een waterkrachtcentrale staat de letter *m* voor de massa van het water dat wegstroomt via de centrale. De letter *h* staat voor het hoogteverschil tussen het wateroppervlak van het meer en de onderkant van de stuwdam. Hoe groter de massa van het wegstromende water en hoe groter het hoogteverschil, des te meer zwaarte-energie de centrale verbruikt.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Door een waterkrachtcentrale stroomt elke seconde 600 m^3 water. Het hoogteverschil tussen het waterniveau voor en na de dam is 80 m.
Bereken hoeveel zwaarte-energie de centrale per seconde verbruikt. Zoek eerst de dichtheid van water op in Binas.

gegevens V = 600 m^3
ρ = 1,00 g/cm^3 = 1000 kg/m^3
h = 80 m
g = 10 N/kg

gevraagd E_z = ? J

uitwerking $m = \rho \cdot V$ = 1000 × 600 = 6,0·10^5 kg

$E_z = m \cdot g \cdot h$
= 6,0·10^5 × 10 × 80 = 4,8·10^8 J = 480 MJ

In Nederland zijn geen grote hoogteverschillen. Waterkracht wordt daarom maar beperkt toegepast. Maar Nederland importeert wel elektrische energie uit Noorwegen die met waterkracht is opgewekt (afbeelding 3). Daardoor is waterkracht belangrijker voor de Nederlandse energievoorziening dan je zou verwachten.



afbeelding 3 Hoogspanningsleidingen bij een waterkrachtcentrale in Noorwegen.

ZWAARTE-ENERGIE EN BEWEGINGSENERGIE

Zwaarte-energie kan gemakkelijk worden omgezet in bewegingsenergie, en omgekeerd. Als je een bal omhoog schopt bijvoorbeeld, neemt zijn bewegingsenergie snel af. Tegelijk neemt zijn zwaarte-energie toe. Op het hoogste punt heeft de bal alleen nog maar zwaarte-energie. Daarna neemt zijn bewegingsenergie weer toe en zijn zwaarte-energie weer af, terwijl hij naar beneden valt.

Als je de luchtweerstand verwaarloost, geldt voor deze energie-omzetting:

E_z op het hoogste punt = E_k op het laagste punt

Met deze regel kun je een verband leggen tussen de beginsnelheid van de bal en de bereikte hoogte.

VOORBEELDOPDRACHT 2

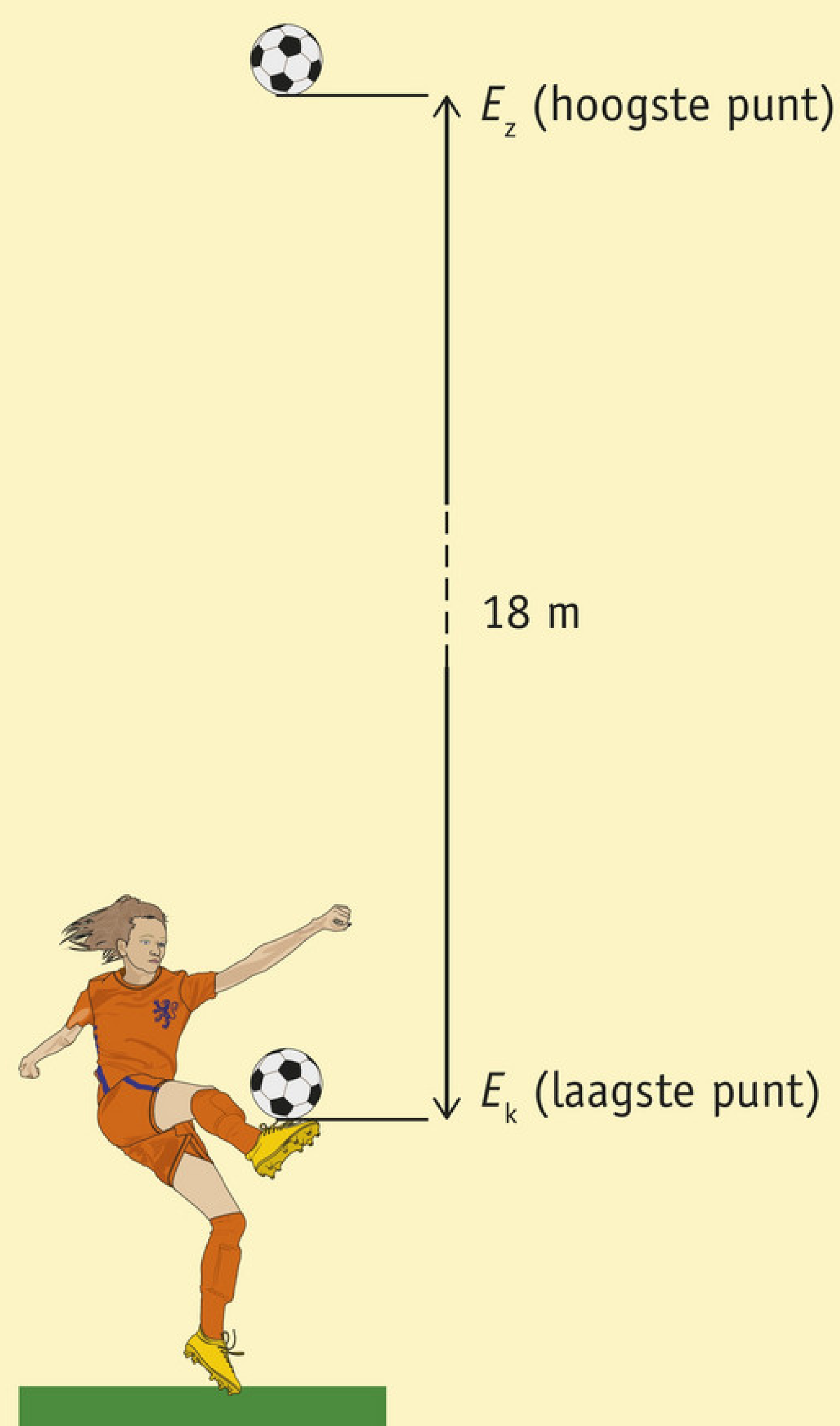
Lieke schopt een voetbal recht omhoog (afbeelding 4). De bal bereikt een hoogte van 18 m.
Bereken de snelheid (in km/h) die Lieke de bal meegaf. Je mag de hoogte verwaarlozen die de bal op het moment van trappen al had.

gegevens $h = 18$ m
$g = 10$ N/kg

gevraagd $v = ?$ km/h

uitwerking E_k op het laagste punt = E_z op het hoogste punt

$$0{,}5 \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \quad \times 2$$
$$m \cdot v^2 = 2 \cdot m \cdot g \cdot h \quad : m$$
$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$
$$v^2 = 2 \times 10 \times 18 = 360$$
$$v = \sqrt{360} = 19 \text{ m/s} = 68 \text{ km/h}$$



afbeelding 4 De trap van Lieke.

ENERGIEBRONNEN VERGELIJKEN

Elke energiebron heeft voordelen en nadelen. Als je energiebronnen met elkaar vergelijkt, let je op de volgende vier punten:

- Hoeveel kost de energie die je uit de energiebron haalt?
  Elektriciteit uit zonne-energie en windenergie was vroeger duur, vergeleken met elektriciteit uit fossiele brandstoffen. De overheid moest toen subsidies geven, anders waren zonnepanelen en windturbines niet rendabel. Nu liggen de prijzen veel dichter bij elkaar.

- Kan de energiebron op den duur uitgeput raken?
  De voorraden fossiele brandstoffen zijn eindig. Op een gegeven moment zullen ze uitgeput raken en dan is het: ‘op is op’. Met windenergie en zonne-energie is dat anders. De zon komt elke dag weer op en het gaat ook altijd weer waaien.

- Is de energiebron altijd of alleen af en toe beschikbaar?
  Een centrale die op aardgas werkt, kan dag en nacht elektrische energie leveren. Maar zonnepanelen produceren alleen overdag. Ook is hun opbrengst ’s winters veel lager dan ’s zomers. Windturbines kunnen alleen elektrische energie produceren als het hard genoeg waait.

- Wat zijn de gevolgen voor het milieu?
  Bij de verbranding van brandstoffen ontstaan stoffen die schadelijk zijn voor het milieu. Windturbines stoten geen afvalstoffen uit, maar hebben wel andere nadelen voor het milieu. Ze produceren hinderlijk geluid, zorgen voor ‘horizonvervuiling’ (afbeelding 5) en zijn gevaarlijk voor trekvogels.

  Voor het maken van zonnepanelen en windturbines zijn bovendien grondstoffen nodig. Bij het winnen, vervoeren en bewerken van de grondstoffen ontstaat afval. Ook ontstaat er afval, als een windturbine of waterkrachtcentrale aan het einde van zijn levensduur is. Helemaal ‘schoon’ zijn zonne-energie en windenergie dus ook niet.



afbeelding 5 Het windpark Krammer in Zeeland gezien vanaf het eiland Tholen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul de onderdelen van een waterkrachtcentrale in.

a In de .... stroomt het water van het stuwmeer naar de centrale.

b Het water brengt de schoepen van de .... in beweging.

c In de .... wekt die draaiende beweging elektrische energie op.

2 Je kunt de hoeveelheid zwaarte-energie die een waterkrachtcentrale opneemt, berekenen met de formule: $E_z = m \cdot g \cdot h$

a De letter *m* staat voor de .... van het .... dat wegstroomt via de centrale.

b De letter *g* geeft aan hoe sterk de .... is.

c De letter *h* staat voor het .... tussen het wateroppervlak in het meer en de onderkant van de stuwdam.

3 Het water in een stuwmeer kan de energie leveren voor een waterkrachtcentrale.
Welke soort energie heeft het stilstaande water in zo'n stuwmeer?

- ○ A bewegingsenergie
- ○ B elektrische energie
- ○ C zwaarte-energie

4 Een bal wordt omhoog geschopt, de bewegingsenergie neemt snel *af* / *toe*.
Tegelijkertijd neemt de zwaarte-energie *af* / *toe*.

5 Het plaatsen van grote aantallen windmolens heeft nadelen voor het milieu.
Welke nadelen hebben deze windmolens?

- ○ A geluidsoverlast en luchtvervuiling
- ○ B horizonvervuiling en geluidsoverlast
- ○ C luchtvervuiling en watervervuiling
- ○ D watervervuiling en horizonvervuiling

6 Een belangrijk punt bij energiebronnen is of ze ooit uitgeput raken.
Welke van de volgende energiebronnen raken beide ooit uitgeput?

- ○ A aardgas en aardolie
- ○ B aardgas en zonlicht
- ○ C aardolie en wind
- ○ D wind en zonlicht

TOEPASSING

Gebruik waar nodig het gegeven dat *g* op aarde 10 N/kg is.

7 Bereken de hoeveelheid zwaarte-energie:

a van een kastanje (10 g) boven in een kastanjeboom van 30 m hoog.

....

....

....

....

....

....

....

b van een meisje van 55 kg dat 3 m boven het wateroppervlak op een duikplank staat.

....

....

....

....

....

....

....

c van een stalen balk van 800 kg die door een hijskraan 65 m omhoog is gehesen.

....

....

....

....

....

....

....

d van een Chinook helikopter van 24 ton ($24 \cdot 10^3$ kg) die op 120 m boven de grond stil in de lucht hangt.

....

....

....

....

....

....

....

8 In een stuwmeer stroomt per jaar 32 miljard m^3 water met een massa van $3{,}2 \cdot 10^{13}$ kg. Het hoogteverschil tussen het oppervlak van het meer en de onderkant van de stuwdam is 41 m.
Bereken hoeveel zwaarte-energie het stuwmeer jaarlijks kan leveren.

....

....

....

....

....

....

....

9 Fons kampeert bij een stuwmeer in Frankrijk. Op een informatiebord leest hij dat het waterpeil in het stuwmeer niet constant is. In de winter staat het water wel drie meter hoger dan in de zomer.

a Hoe komt het dat het waterpeil ’s zomers lager is?

....

....

....

b In de stuwdam is een waterkrachtcentrale gebouwd. Het valt Fons op dat die centrale tijdelijk niet wordt gebruikt. De campingbaas vertelt hem dat dat ’s zomers altijd zo is.
Noteer een reden waarom het energiebedrijf de centrale ’s zomers stil zou leggen.

....

....

c Wat gebeurt er met de zwaarte-energie van het water als de waterstand 2 m stijgt?
- ○ A De zwaarte-energie neemt af.
- ○ B De zwaarte-energie neemt blijft gelijk.
- ○ C De zwaarte-energie neemt toe.

d Heeft het waterpeil ook invloed op het maximale elektrisch vermogen (P_{max}) dat de waterkrachtcentrale bij het meer kan leveren?
- ○ A Ja, bij een hoog waterpeil is P_{max} groter.
- ○ B Ja, bij een hoog waterpeil is P_{max} kleiner.
- ○ C Nee, dat heeft geen enkele invloed op P_{max}.

★ 10 In Nederland staan vier middelgrote waterkrachtcentrales. De grootste daarvan vind je naast een stuw in de Maas, bij het dorp Alphen in Gelderland (afbeelding 6).



afbeelding 6 De waterkrachtcentrale (links) en stuw (rechts) bij Alphen (Gelderland).

a De stuw houdt het water in de Maas op peil, zodat de rivier het hele jaar door bevaarbaar blijft.
Leg uit waarom het een goed idee is om en waterkrachtcentrale naast zo'n stuw te bouwen.

....

....

....

b Als de centrale op vol vermogen werkt, stroomt er per seconde 375 m^3 water door de turbines. 1 m^3 water heeft een massa van 1000 kg.

375 m^3 water heeft dus een massa van .... × .... = ... kg.

c Het hoogteverschil tussen het water voor en na de stuw is 4,2 m.
Bereken hoeveel zwaarte-energie de centrale per seconde opneemt.

....

....

....

....

....

....

d De turbines van de waterkrachtcentrale zijn gekoppeld aan een generator die elektrische energie opwekt. De generator levert een vermogen van 14 MW. P_{op} is in dit geval gelijk aan de hoeveelheid zwaarte-energie die per seconde wordt omgezet.
Bereken het rendement van de generator.

....

....

....

....

....

★ 11

Op een bouwplaats draagt een bouwvakker een helm. Hiermee voorkomt hij hersenletsel als er iets van een steiger op zijn hoofd valt.

a In welke soort energie wordt de zwaarte-energie van een baksteen omgezet als hij van een steiger valt?

....

b Bereken met welke snelheid de baksteen de grond raakt (in km/h), als hij van een hoogte van 15 m valt.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

12

Lees de tekst in afbeelding 7. Deze tekst komt van een website van het Franse energiebedrijf EDF (Électricité de France).

a Met welke energiebron wekt EDF in Frankrijk 88% van alle elektrische energie op?

○ A aardolie
○ B kernenergie
○ C steenkool

b Welk voordeel van kernenergie wordt door EDF benadrukt?

○ A Bij gebruik van kernenergie wordt geen koolstofdioxide (CO_2) uitgestoten.
○ B Kernenergie is 17 keer schoner dan andere soorten energie.
○ C Kernenergie is een duurzame soort energie.

c Welk milieuprobleem kan deze energiebron helpen oplossen?

....

....

....

....

....

d Het kernafval van een kerncentrale zendt nog lang gevaarlijke straling uit. Het moet daarom eeuwenlang veilig opgeslagen blijven.
Waarom zou EDF dit nadeel niet noemen?

....

....

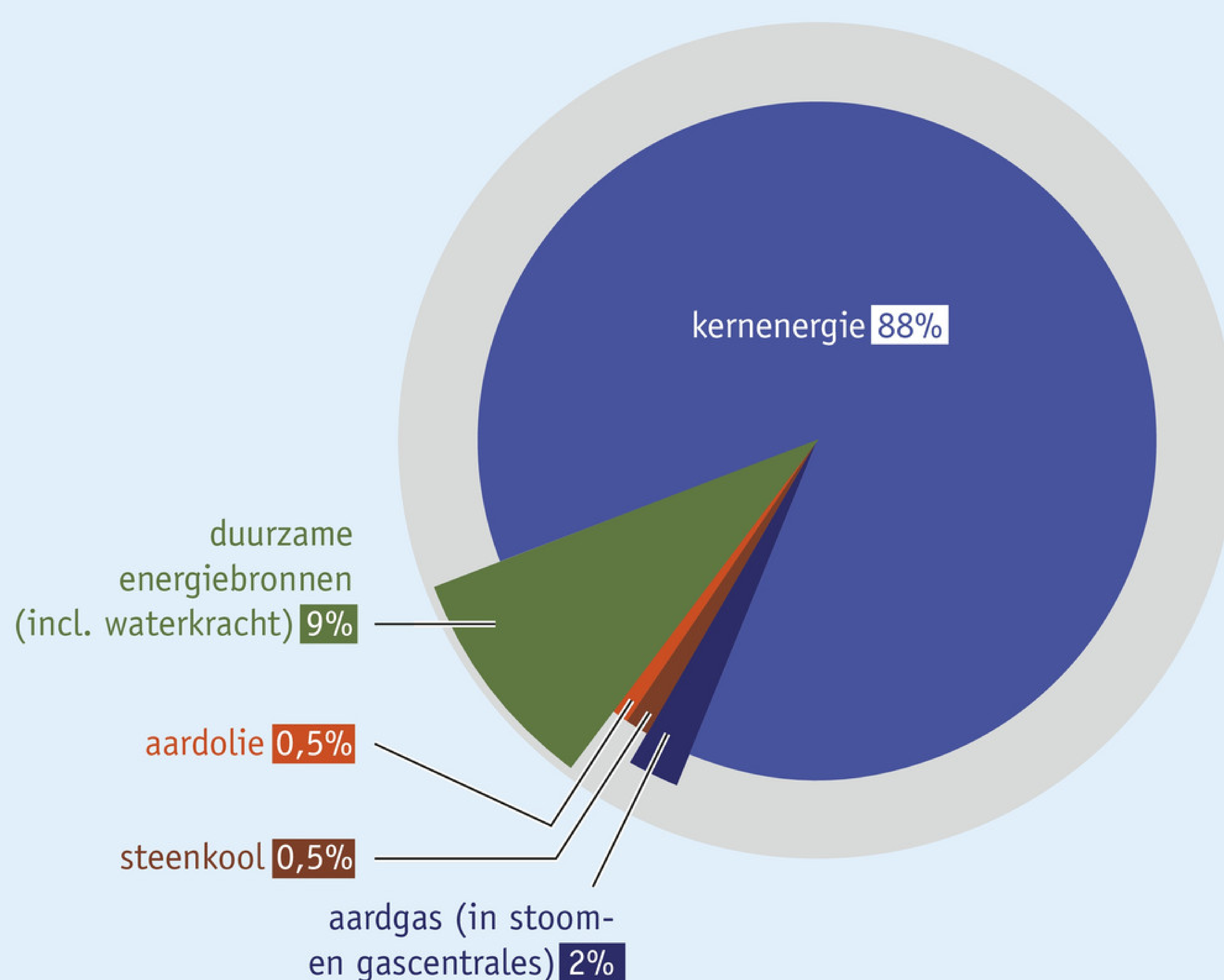
....

....

afbeelding 7 Het Franse energiebedrijf EDF maakt op grote schaal gebruik van kernenergie.

IN FRANKRIJK

Van de elektriciteit die EDF in Frankrijk produceert, wordt MEER dan 97% zonder uitstoot van CO_2 opgewekt, dankzij kernenergie en duurzame energiebronnen. De mix van energiebronnen die EDF gebruikt, laat dan ook een zeer lage koolstofuitstoot zien. Deze kwam in 2020 uit op 10 g per geproduceerd kWh. Dat is 17 keer zo weinig als het gemiddelde in de Europese energiesector.



naar: www.edf.fr

13 Je kunt allerlei energiebronnen gebruiken om elektrische energie op te wekken. De landen in Europa maken hierbij heel verschillende keuzes.
Gebruik afbeelding 8 om de volgende vragen te beantwoorden.

a Welke twee landen gebruiken bijna geen fossiele brandstoffen?
- ☐ A Duitsland
- ☐ B Frankrijk
- ☐ C Nederland
- ☐ D Zweden

b Welk land maakt het meest gebruik van fossiele brandstoffen?
- ○ A Duitsland
- ○ B Frankrijk
- ○ C Nederland
- ○ D Zweden

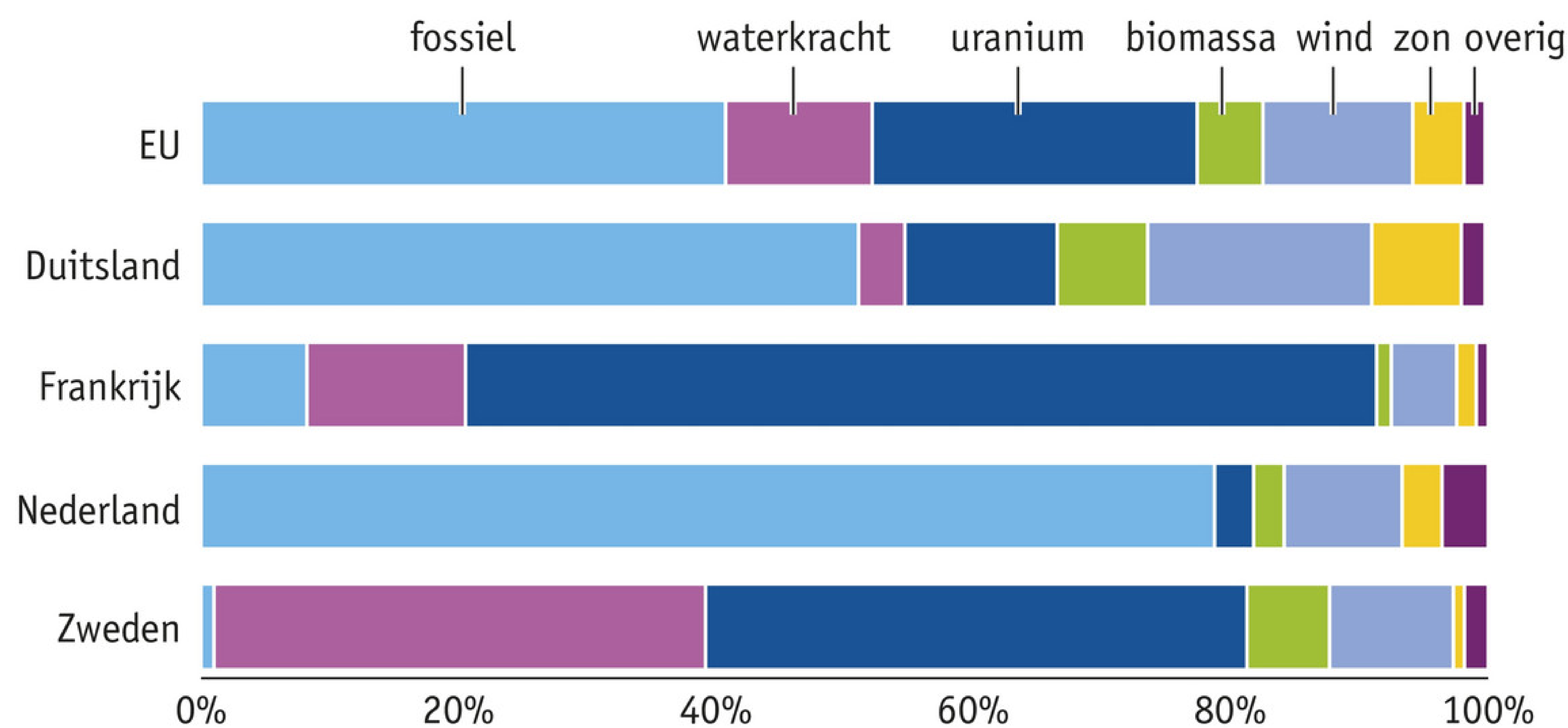
c Welk land maakt het meest gebruik van waterkracht?
- ○ A Duitsland
- ○ B Frankrijk
- ○ C Nederland
- ○ D Zweden

d Welk land maakt het meest gebruik van zonne-energie?
- ○ A Duitsland
- ○ B Frankrijk
- ○ C Nederland
- ○ D Zweden

e In welk(e) land(en) is meer dan de helft van de elektrische energie afkomstig van duurzame (niet-eindige) energiebronnen?

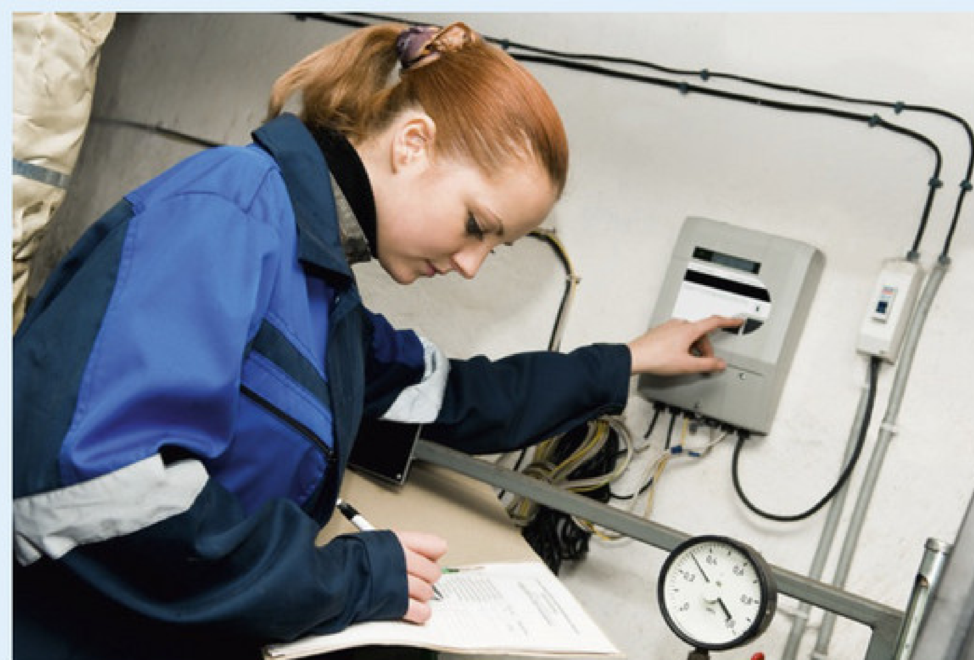
....

afbeelding 8 Zo wekken Duitsland, Frankrijk, Nederland en Zweden hun elektrische energie op. Bovenaan het gemiddelde in de Europese Unie (EU).



naar: EBN, Eurostat

Werken als monteur klimaattechniek beroep



De energietransitie gaat de komende jaren in Nederland duizenden nieuwe banen opleveren. “Een van die banen is voor mij, zeker weten!” zegt Sanne (22) zelfverzekerd. Sanne is tweedejaars student aan de nieuwe opleiding BBL Servicemonteur koude- en klimaatsystemen (mbo niveau 3). “Ik vind natuurkunde en techniek leuk. Dat zit allebei in deze opleiding. Je kunt als monteur werken met bijvoorbeeld warmtepompen en airco’s. En deze weer goed laten werken, zodat voedsel en medicijnen goed gekoeld blijven.”

Ze weet nog niet voor welke specialisatie ze gaat kiezen: warmtepompen, warmteterugwinningsinstallaties of toepassingen natuurlijke koudemiddelen. “Maar ik ga straks stage lopen bij een bedrijf dat warmtepompen installeert. Dat lijkt me erg leuk, dus wie weet wordt dat het wel.”

14 Lees de tekst ‘Werken als monteur klimaattechniek’.
Met een warmtepomp kun je je huis verwarmen. Zo’n pomp werkt op elektriciteit. Warmtepompen zijn een alternatief voor een cv-installatie om je huis te verwarmen. Van welke energiebronnen moet de elektrische energie afkomstig zijn, zodat je zeker weet dat de warmtepomp niet bijdraagt aan het versterkte broeikaseffect?

- ☐ A biomassa
- ☐ B fossiele brandstoffen
- ☐ C wind
- ☐ D zon

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

5 Energie besparen

LEERDOELEN

11.5.1 Je kunt uitleggen wat de wet van behoud van energie inhoudt.
11.5.2 Je kunt toelichten wat precies wordt bedoeld met 'zuinig zijn met energie'.
11.5.3 Je kunt twee manieren beschrijven waarop mensen energie kunnen besparen.
11.5.4 Je kunt de rendementen vergelijken van gloeilampen, spaarlampen en ledlampen.
11.5.5 Je kunt het energieverbruik van apparaten berekenen in joule en in kilowattuur.
11.5.6 Je kunt uitleggen hoe energielabels je kunnen helpen om een apparaat te kiezen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	11.5.1	11.5.2	11.5.3	11.5.4	11.5.5	11.5.6	11.2.6*
Onthouden	5	1b	1a	2b	3abcd	2a, 4	
Begrijpen	7abc			12a	9abc, 11abcd	13a	
Toepassen		6b		6c, 8b, 12b	10abcd, 13c	13bde	6a, 8acd
Analyseren						13f	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Bij een bouwproject staat op een groot bord: "Op deze locatie worden 260 extreem energiezuinige huizen gerealiseerd." Wat zou het inhouden dat een huis extreem energiezuinig is?

DE WET VAN BEHOUD VAN ENERGIE

Voor elke energie-omzetter geldt de **wet van behoud van energie**:

> Bij energie-omzettingen gaat nooit energie verloren.
> Er komt ook nooit nieuwe energie bij.
> De totale hoeveelheid energie is voor en na de energie-omzetting even groot.

De wet van behoud van energie zegt alleen iets over de hoeveelheid energie. De wet zegt niet hoe waardevol die energie is. Bij veel energie-omzettingen verdwijnen waardevolle soorten energie, zoals chemische en elektrische energie. Je krijgt er soorten energie voor terug waar je niets mee kunt, zoals (afval)warmte en geluid.

Je ziet dat bijvoorbeeld bij elektrische apparaten. Die produceren vaak veel warmte, ook al zijn ze daar niet voor bedoeld. Een computer heeft zelfs een ventilator nodig om niet te heet te worden (afbeelding 1). Die warmte verspreidt zich: door de kamer, door het huis, naar buiten, enzovoort. Je kunt er niets nuttigs mee doen. Warmte is wel energie, maar vaak geen praktisch bruikbare vorm van energie.



afbeelding 1 Deze ventilator moet de geproduceerde warmte uit de computer verwijderen.

ZUINIG ZIJN MET ENERGIE

Als mensen het over ‘energie besparen’ hebben, gaat het hun niet om energie in het algemeen. Het gaat hun om waardevolle soorten energie, in het bijzonder chemische energie en elektrische energie. Ze willen bijvoorbeeld hun aardgasverbruik naar beneden brengen, minder benzine verbruiken met hun auto en zuiniger zijn met elektrische energie.

Het heeft verschillende voordelen om minder elektrische en chemische energie te verbruiken.

- Je energierekening gaat omlaag. Aardgas, benzine en elektriciteit kosten geld. Minder verbruiken betekent ook minder betalen.
- Het is beter voor het milieu. Elk gebruik van energiebronnen heeft nadelen voor het milieu. Zuinig zijn helpt die nadelen te verminderen.
- Het spaart grondstoffen en kostbare ruimte. Zonneparken beslaan bijvoorbeeld grote oppervlakken, al produceren ze ‘schone’ energie (afbeelding 2).



afbeelding 2 In dit zonnepark zijn in totaal 140 000 zonnepanelen opgesteld.

Je kunt energie besparen door voor **energiezuinige** apparaten te kiezen. Zo’n apparaat presteert even goed als een ‘gewoon’, niet-energiezuinig apparaat, maar heeft daar minder chemische of elektrische energie voor nodig. Energiezuinige apparaten zijn vaak duurder dan ‘gewone’ apparaten, maar daar staat tegenover dat je flink kunt besparen op je energierekening.

Je kunt ook energie besparen door je manier van leven te veranderen. Bijvoorbeeld door voortaan korter te douchen, vaker de fiets te nemen in plaats van de auto, de thermostaat in huis een graad lager te zetten, apparaten niet onnodig aan te laten staan, enzovoort. Maar het is niet zo gemakkelijk om je levensstijl te veranderen. Je moet ervoor gemotiveerd zijn en niet iedereen is dat.

HET RENDEMENT VAN LAMPEN

In de loop van de tijd zijn elektrische lampen veel energiezuiniger geworden. De **gloeilampen** die tot circa 2010 veel gebruikt werden, hadden een erg laag rendement. Van de elektrische energie die ze opnamen, werd maar een klein deel omgezet in elektrische energie. Ze produceerden vooral veel warmte. Als ze brandden, waren ze te heet om met blote handen aan te raken.

Na 1980 kwamen er **spaarlampen** op de markt die veel zuiniger met (elektrische) energie zijn. Het rendement van een spaarlamp is circa vier keer zo groot als dat van een gloeilamp. Een spaarlamp van 10 W geeft dus evenveel licht als een gloeilamp van 40 W. Een spaarlamp produceert ook warmte, maar verhoudingsgewijs minder dan een gloeilamp. Hij wordt daardoor lang niet zo heet.

Na 2010 werd de **ledlamp** de meest gebruikte soort verlichting. Dit is de zuinigste soort lamp die je op dit moment kunt kopen. In afbeelding 3 zie je de verpakking van een ledlamp, waarop staat: 5 W = 50 W. Daarmee wordt bedoeld dat deze ledlamp van 5 W evenveel licht geeft als een gloeilamp van 50 W. Het rendement van de ledlamp is dus tien keer zo groot als dat van een gloeilamp.

Ledlampen zijn niet alleen zuiniger dan gloeilampen, ze gaan ook veel langer mee. Daar staat tegenover dat ze veel duurder zijn. In het begin vonden veel mensen ze te duur en bleven daarom gloeilampen gebruiken. Om mensen te dwingen om toch over te stappen, hebben veel landen de productie en verkoop van gloeilampen verboden. In de Europese Unie (EU) is dat sinds 2012 het geval.



afbeelding 3 De verpakking van een ledlamp waarop staat: 5 W = 50 W.

HET ENERGIEVERBRUIK BEREKENEN

PROEF 3

Je kunt het energieverbruik van een elektrisch apparaat berekenen met de formule: $E = P \cdot t$ uit paragraaf 1. Als je het vermogen invult in watt en de tijd in seconden, vind je het energieverbruik in joule. Er is alleen een probleem: energiebedrijven houden je energieverbruik niet bij in joule. Ze gebruiken een eigen eenheid van energie, de kilowattuur (kWh), zoals je op de meter in de meterkast kunt zien (afbeelding 4).



afbeelding 4 Een moderne digitale kWh-meter.

Als je wilt uitrekenen hoeveel geld je op je elektriciteitsrekening bespaart, moet je het energieverbruik dus berekenen in kWh. Je gebruikt daarvoor de formule:

$$E = P \cdot t$$

In deze formule is:
- E het elektrisch energieverbruik in kilowattuur (kWh);
- P het elektrisch vermogen in kilowatt (kW);
- t de tijd die het apparaat heeft gewerkt in uur (h).

Soms moet je hoeveelheden elektrische energie omrekenen van J naar kWh of omgekeerd. Dan is het handig om te weten dat 1 kWh gelijk is aan $3{,}6 \cdot 10^6$ J. Dit gegeven staat ook in *BINAS* tabel 2 *Omrekenregels*.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Nathan vervangt een gloeilamp van 50 W door een ledlamp van 5 W. Hij schat dat de ledlamp elk jaar 800 uur brandt.
Bereken hoeveel geld Nathan elk jaar op zijn energierekening bespaart, als 1 kWh € 0,23 kost.

gegevens	gloeilamp	ledlamp
	P = 50 W = 0,050 kW	P = 5 W = 0,005 kW
	t = 800 h	t = 800 h
gevraagd	E = ? kWh	E = ? kWh
uitwerking	$E = P \cdot t$	$E = P \cdot t$
	= 0,050 × 800 = 40 kWh	= 0,005 × 800 = 4 kWh

Nathan bespaart dus in één jaar 40 − 4 = 36 kWh.
In geld is dat: 36 × € 0,23 = € 8,28.

HET ENERGIELABEL

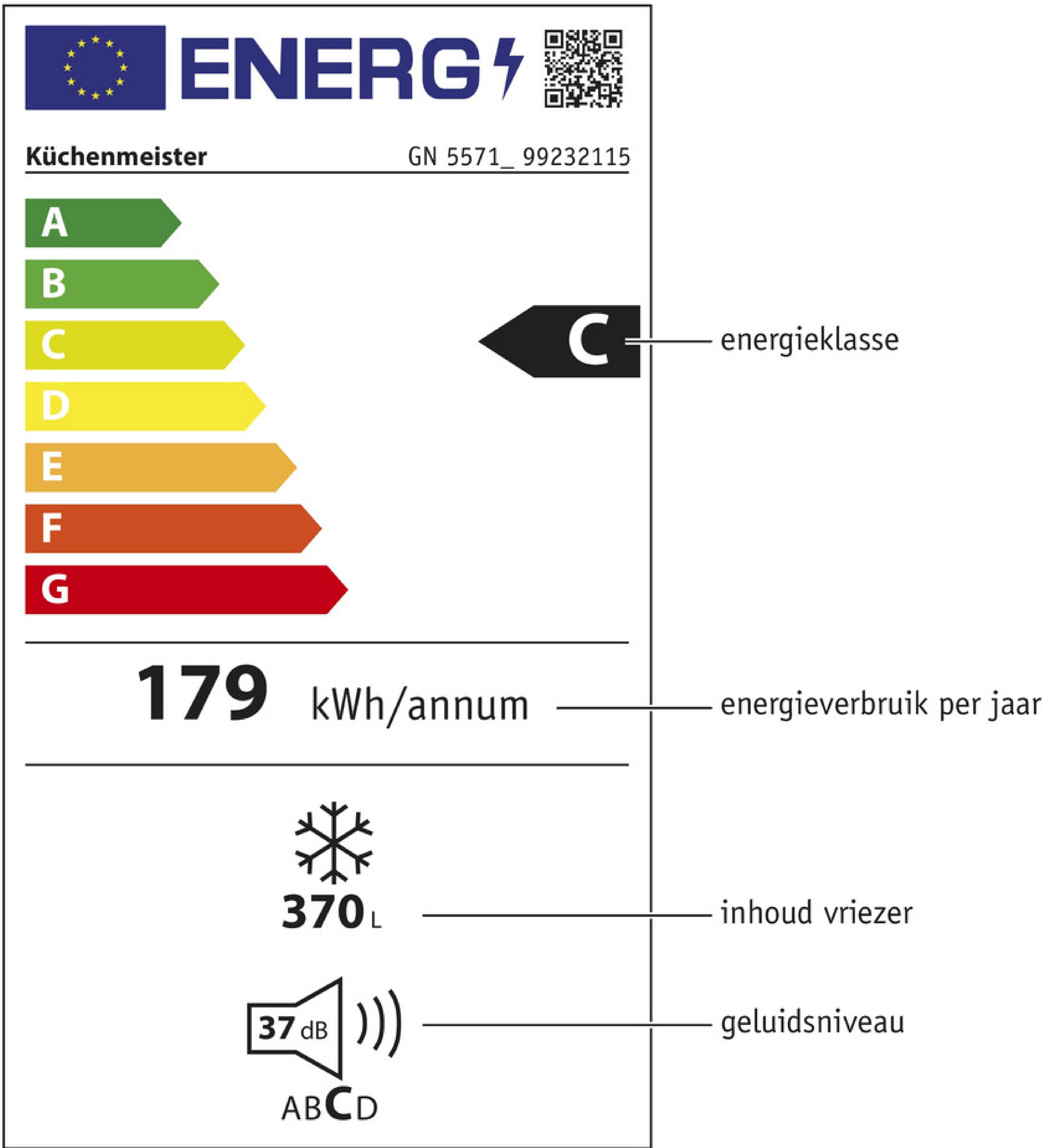
Op elektrische apparaten staat meestal vermeld hoe groot het elektrisch vermogen van het apparaat is. Je weet dan hoeveel elektrische energie het apparaat per seconde opneemt. Als een apparaat een veranderlijk vermogen heeft, wordt het maximale vermogen vermeld. Een apparaat van 200 W neemt bijvoorbeeld per seconde maximaal 200 J elektrische energie op. Het werkt dan 'op vol vermogen'.

Bij sommige apparaten, zoals een (niet-dimbare) lamp, is het elektrisch vermogen altijd even groot. Je kunt dan meteen aan het vermogen zien hoe zuinig het apparaat met energie is. Maar bij veel andere apparaten is dat lastiger. De motor van een vriezer bijvoorbeeld staat maar af en toe een poosje aan. Het vermogen alleen zegt daarom niet zoveel. Je moet ook weten hoe vaak de motor aanstaat.

Een goed geïsoleerde vriezer houdt de warmte goed buiten. De motor hoeft maar af en toe even kort aan te staan. Het grootste deel van de dag staat hij uit. Bij een matig geïsoleerde vriezer zal de motor meer uren maken en dus meer elektrische energie verbruiken. Zo'n vriezer heeft een groter energieverbruik, ook al hebben de motoren van de twee vriezers hetzelfde vermogen.

Om mensen te helpen een goede keuze te maken, krijgt elke vriezer een **energielabel** (afbeelding 5). Daarop staat aangegeven in welke energieklasse de vriezer valt. De schaal loopt van A (groen, het meest zuinig) tot G (rood, het minst zuinig). Op het label staat ook hoeveel elektrische energie de vriezer normaal gesproken per jaar verbruikt. Bij de vriezer in afbeelding 5 is dat 179 kWh.

Ook andere elektrische apparaten zoals koelkasten, stofzuigers, tv's en airco's hebben een energielabel.



afbeelding 5 Het energielabel van een vriezer (energieklasse C).

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Beantwoord de volgende vragen.

a Welke twee waardevolle soorten energie staan centraal als het om energiebesparing gaat?

....

b Op welke twee verschillende manieren kun je als consument energie besparen?

....

....

....

2 Op de verpakking van een spaarlamp staat een energielabel.

a Welke informatie vind je op een energielabel die je kan helpen bij het maken van een milieubewuste keuze?

....

....

....

b Waarom dwingt de EU mensen om alleen nog maar spaarlampen en ledlampen te kopen in plaats van gloeilampen?

....

....

....

3 Vul in.

a Je kunt het energieverbruik van een apparaat berekenen met de formule ....

b Als je in deze formule het vermogen invult in kW en de tijd in h, dan vind je het energieverbruik in ....

c Als je in deze formule het vermogen invult in W en de tijd in s, dan vind je het energieverbruik in ....

d Om J om te rekenen naar kWh of omgekeerd, moet je weten dat 1 kWh gelijk is aan .... J.

4 Bijna elk elektrisch apparaat heeft een energielabel. Hierop staat de energieklasse aangegeven.
De energieklassen lopen van A het *meest* / *minst* zuinig, tot G het *meest* / *minst* zuinig.

5 Voor elke energie-omzetting geldt de wet van behoud van energie.
Wat betekent de wet van behoud van energie?
Bij een energie-omzetting is de totale hoeveelheid energie na de energie-omzetting:
- ○ A altijd groter dan ervoor.
- ○ B altijd kleiner dan ervoor.
- ○ C altijd precies even groot als ervoor.
- ○ D soms groter en soms kleiner dan ervoor.

TOEPASSING

6 Hogedruk-natriumlampen lampen worden gebruikt voor straatverlichting. Als ze worden aangezet, geven ze eerst vrij zwak licht met een rode tint. Pas na enkele minuten geven ze helder 'wit' licht.

a In afbeelding 6 zie je het energie-stroomdiagram van een hogedruk-natriumlamp. Bereken het rendement van de lamp.

....

....

....

....

....

....

b Hogedruk-natriumlampen hebben een goed rendement, maar duidelijk lager dan dat van ledlampen. Toch vindt de overheid het niet nodig om alle hogedruk-natriumlampen meteen te vervangen. Dat zal pas gebeuren als ze aan het einde van hun levensduur zijn.
Leg uit waarom het soms beter voor het milieu is om een minder energiezuinig apparaat niet meteen te vervangen.

....

....

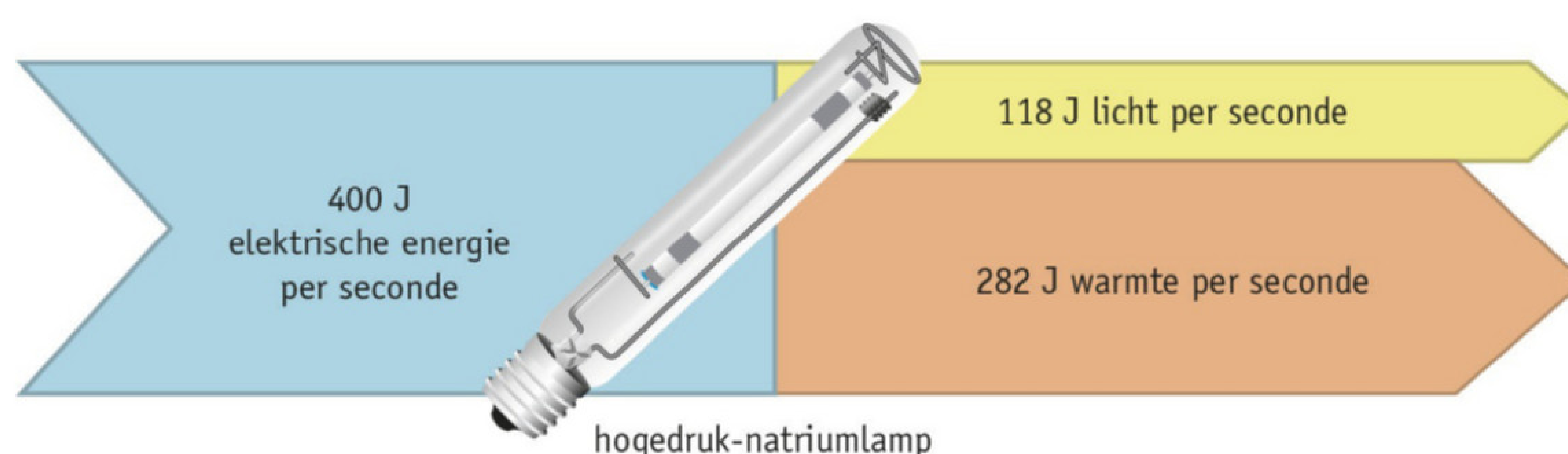
....

....

c Welk ander argument kan de overheid hebben om niet meteen alle hogedruk-natriumlampen te vervangen?

....

....



afbeelding 6 Het energie-stroomdiagram van een hogedruk-natriumlamp.

7 Een energie-stroomdiagram zoals afbeelding 6 laat zien wat een energie-omzetter doet met de energie die hij opneemt. In zo'n diagram zie je meestal één pijl naar binnen gaan, en twee of meer pijlen naar buiten komen.

a Welke energiesoort stelt de pijl voor die naar binnen gaat?
- ○ A opgenomen energie
- ○ B afgestane energie
- ○ C verbruikte energie

b Welke energiesoort stellen de pijlen voor die naar buiten gaan?
- ○ A opgenomen energie
- ○ B afgestane energie
- ○ C verbruikte energie

c De pijl naar binnen is altijd *breder dan* / *smaller dan* / *even breed als* de pijl of pijlen naar buiten.
Dat laat zien dat de totale hoeveelheid energie *wel* / *niet* verandert.

8 In afbeelding 7 zie je de gegevens van drie lampen. Vermeld staat het elektrisch vermogen dat ze opnemen (in watt) en de hoeveelheid licht die ze uitstralen (in lumen). De gloeilamp heeft een rendement van 5%.

a Bereken het afgegeven vermogen (het vermogen dat de gloeilamp afgeeft aan licht).

....

....

....

....

....

....

b De lampen hebben alle drie hetzelfde afgegeven (nuttige) vermogen.
Uit welk gegeven in afbeelding 7 kun je dat afleiden?

....

....

....

....

c Bereken het rendement van de spaarlamp.

....

....

....

....

....

d Bereken het rendement van de ledlamp.

....

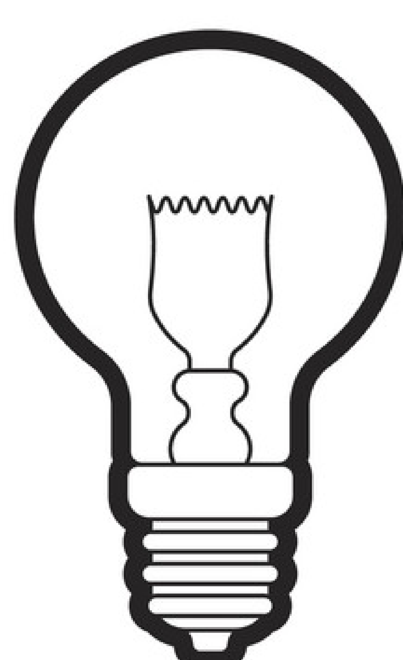
....

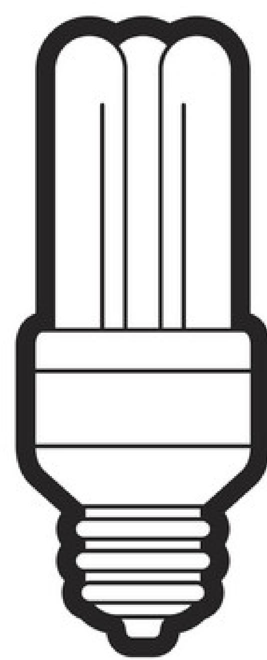
....

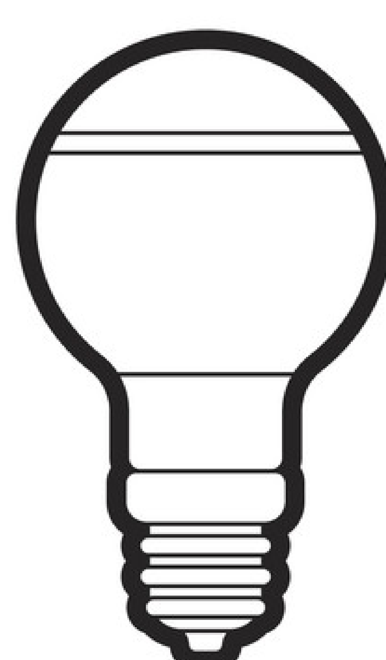
....

....

afbeelding 7 De gegevens van drie lampen.


gloeilamp
40 W
320 lumen


spaarlamp
10 W
320 lumen


ledlamp
4 W
320 lumen

9 Kamil wil proberen zuiniger te zijn met elektrische energie. Daarom kijkt hij regelmatig op de (digitale) kWh-meter in zijn meterkast (afbeelding 8).

a Hoeveel elektrische energie heeft Kamil verbruikt in de week van 11 tot 18 december?

....

b Hoeveel elektrische energie heeft Kamil verbruikt van 11 december tot 8 januari?

....

c Reken je antwoorden bij opdracht a en b om in MJ.

....

....

....

afbeelding 8 De meterstanden van Kamil.



10 Bereken het jaarverbruik van de volgende elektrische apparaten (in kWh).
Je mag een jaar afronden op 365 dagen.

a Een elektrische wekker van 3 W die 24 uur per dag aanstaat.

....

....

....

....

....

b Een ledlamp van 10 W die gemiddeld 4 uur per dag brandt.

....

....

....

....

....

c Een stofzuiger van 900 W die gemiddeld 3 uur per week wordt gebruikt.

....

....

....

....

....

d Een radiatorkachel van 1800 W die in de loop van een jaar 200 uur aanstaat.

....

....

....

....

....

11 Reken de uitkomsten van opdracht 10 om van kWh naar MJ.

a Het jaarverbruik van de wekker is:

.... kWh = ... × .... J = ... MJ

b Het jaarverbruik van de ledlamp is:

.... kWh = ... × .... J = ... MJ

c Het jaarverbruik van de stofzuiger is:

.... kWh = ... × .... J = ... MJ

d Het jaarverbruik van de radiatorkachel is:

.... kWh = ... × .... J = ... MJ

12 David doet een proef met een halogeenlamp, een spaarlamp en een ledlamp. De lampen geven alle drie evenveel licht.
David sluit elke lamp aan op een kilowattuurmeter en laat de lampen vervolgens 24 uur branden. Daarna noteert hij de meetresultaten in tabel 1.

a Reken het verbruik uit en noteer dit in kolom 4.

b Vul daarna kolom 1 in.

tabel 1 De meetresultaten van Davids proef.

soort lamp	beginstand (kWh)	eindstand (kWh)	verbruik (kWh)
	16 108,7	16 110,8	
	17 678,3	17 678,6	
	21 913,5	21 914,8	

13 Kim is op zoek naar een wasdroger. Op de website van een webwinkel vindt ze twee aanbiedingen die haar aanspreken. Zie afbeelding 9.

a Het energieverbruik per jaar wordt bij elk type wasdroger op dezelfde manier berekend. Uitgangspunt is het aantal uren per jaar dat een 'gemiddeld gezin' een wasdroger gebruikt.
Leg uit waarom voor deze manier van berekenen is gekozen.

....

....

....

b Kims gezin is 'een gemiddeld gezin' als het gaat om energieverbruik. De cijfers uit de advertentie zijn op haar gezin van toepassing.

Wasdroger A verbruikt .... kWh elektrische energie.

Wasdroger B verbruikt .... kWh elektrische energie.

Als ze voor wasdroger A kiest, bespaart ze .... − .... =

.... kWh per jaar.

c Hoeveel euro bespaart Kim in dat geval op haar energierekening?
Ga ervan uit dat 1 kWh € 0,23 kost.

....

....

d Zoals afbeelding 9 laat zien, is wasdroger A wel veel duurder dan wasdroger B.
Hoe groot is het prijsverschil?

....

....

e Hoelang duurt het voordat Kim het prijsverschil heeft terugverdiend?
Tip: je hebt in opdracht c berekend hoeveel ze elk jaar bespaart. Gebruik dit getal.

....

....

f Toch kun je niet zomaar zeggen dat wasdroger A voor Kim de beste keuze is. Wat moet je in elk geval nog meer weten, voor je haar advies kunt geven?

....

....

....

....

WASDROGER A

meest energiezuinig

Verbruik: 177 kWh / annum (*)

Lading: 8 kg

Droogtijd: 148 min

Prijs: € 799

(*) volgens energielabel

WASDROGER B

meest budgetvriendelijk

Verbruik: 561 kWh / annum (*)

Lading: 8 kg

Droogtijd: 168 min

Prijs: € 349

(*) volgens energielabel

afbeelding 9 Twee aanbiedingen op een website: de zuinigste en de goedkoopste wasdroger.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 DE SPANNING VAN EEN ZONNEPANEEL

45 minuten

Inleiding

Een zonnecel levert de meeste spanning (en elektrische energie) als hij precies op de zon is gericht. Als de richting van de ideale richting afwijkt, zal de spanning lager zijn.

Doel

Hoeveel lager wordt de spanning? Dat onderzoek je bij deze proef. De onderzoeksvraag luidt:

Wat is het verband tussen:

- *de richting waarin een zonnepaneel staat opgesteld en*
- *de spanning die het zonnepaneel levert?*

Nodig

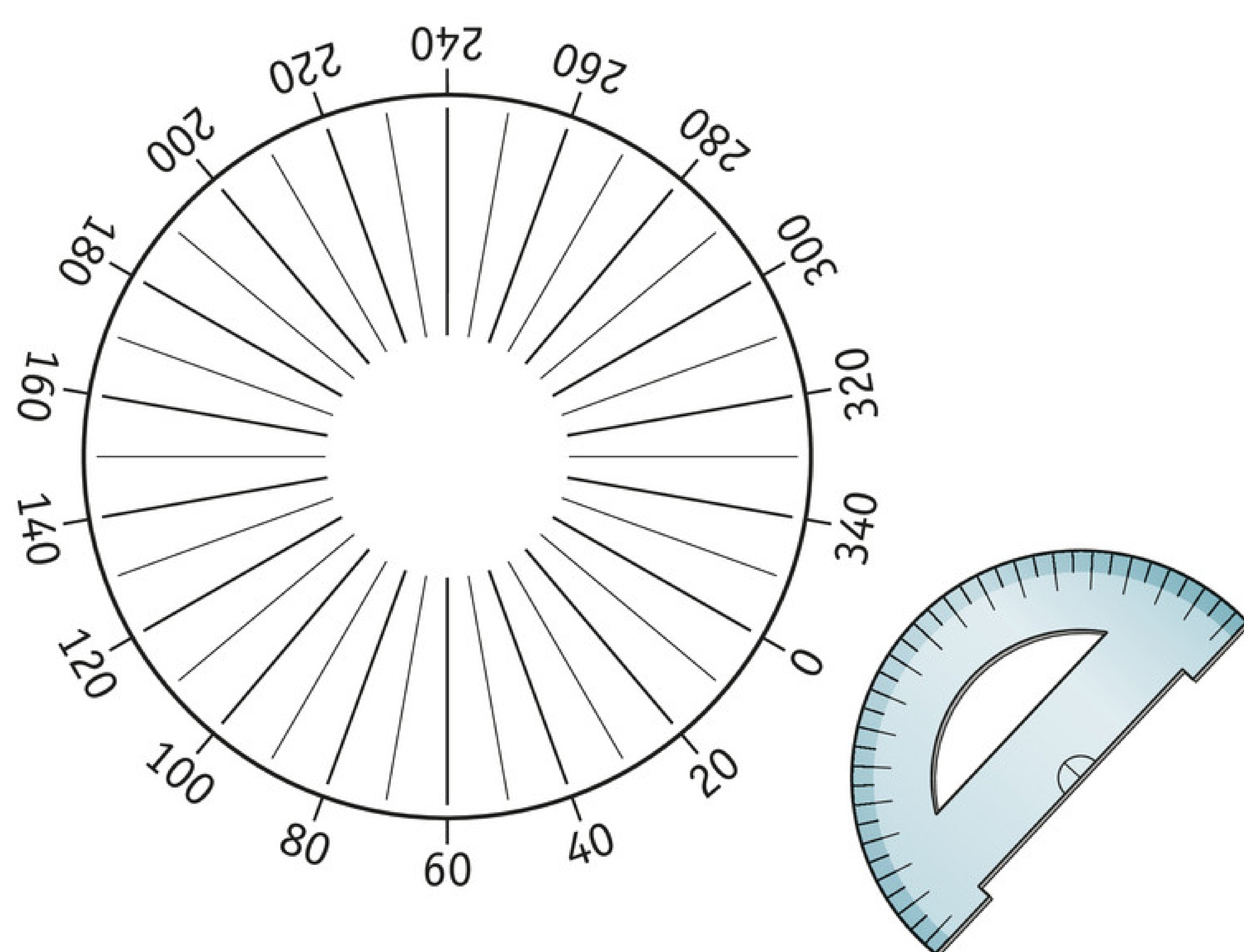
- ☐ klein zonnepaneeltje
- ☐ statief
- ☐ dubbelklem
- ☐ statiefklem
- ☐ multimeter of spanningsmeter
- ☐ grote geodriehoek of gradenboog
- ☐ snoeren
- ☐ weerstand (bijvoorbeeld 20 Ω)

Uitvoeren

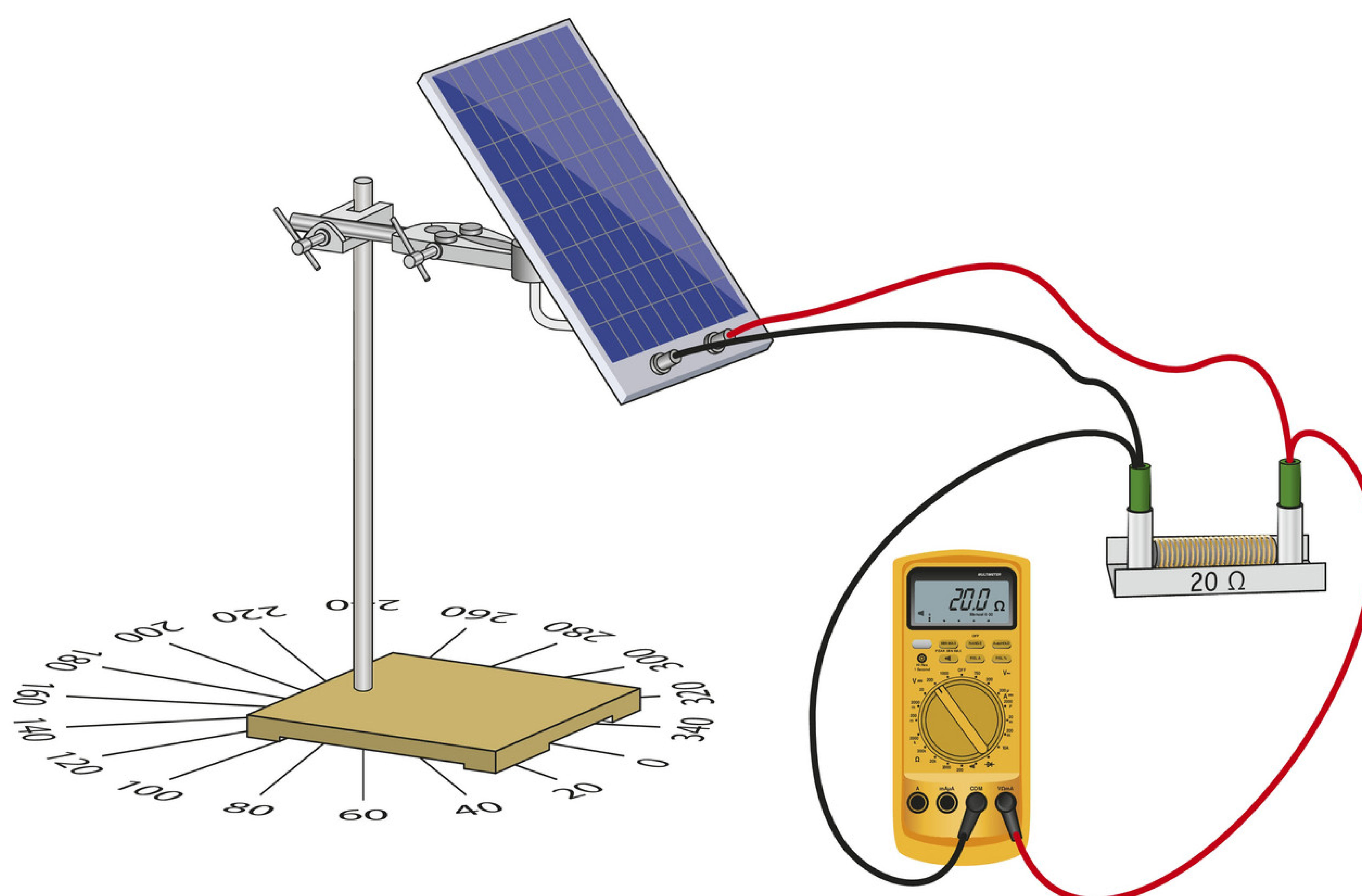
Als de zon schijnt, kun je deze proef buiten uitvoeren. In dat geval moet je je metingen wel even onderbreken als er een wolk voor de zon schuift. Je kunt de proef ook binnen doen, met een sterke ledlamp (bijvoorbeeld 1300 lumen) als ‘zon’ in een (verder) verduisterd lokaal.

Voorbereiden

- Teken op het plein met krijt een richtingencirkel. Zie afbeelding 1. De richting 0° is de richting waar het zonlicht vandaan komt. Tip: let op de schaduw.
- Zet het statief in de richtingencirkel.
- Bouw de opstelling van afbeelding 2.



afbeelding 1 Zo teken je een richtingencirkel.



afbeelding 2 De opstelling van proef 1.

Meten

- Bepaal de spanning die de zonnecel in deze situatie levert.

1 Noteer de spanning op de juiste plaats in tabel 1.

- Draai het statief 20° en meet de spanning opnieuw.

2 Noteer de spanning weer in tabel 1.

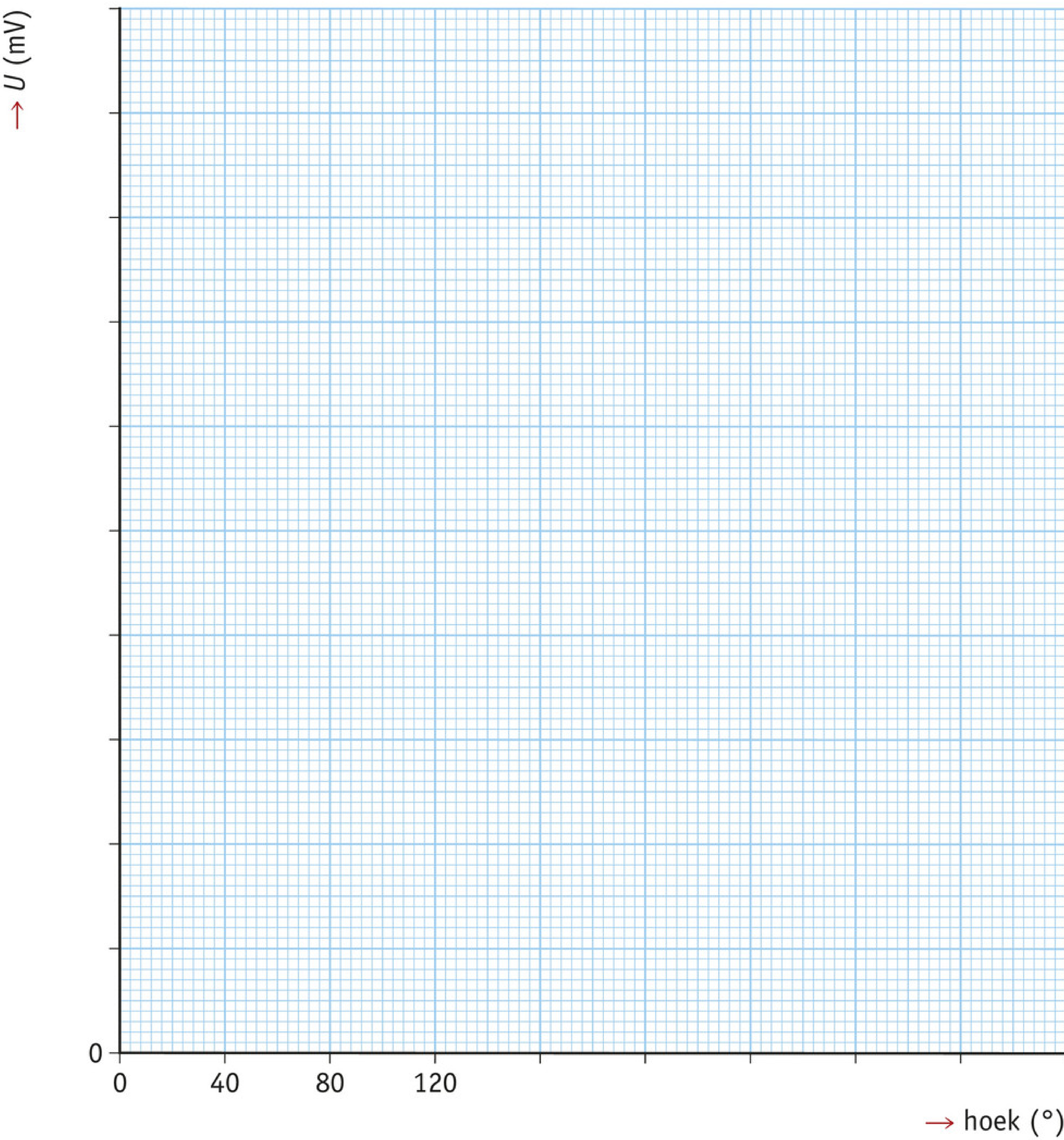
- Draai het statief weer, meet de spanning en noteer die.
- Ga hiermee door tot je een cirkel van 360° hebt gemaakt.

tabel 1 Het verband tussen richting en spanning.

richting (hoek)	*U* (V)	richting (hoek)	*U* (V)
0°		180°	
20°		200°	
40°		220°	
60°		240°	
80°		260°	
100°		280°	
120°		300°	
140°		320°	
160°		340°	

Uitwerken

3 Teken in afbeelding 3 een grafiek van deze proef.



afbeelding 3 Het verband tussen de hoek en de spanning.

4 Bij welke hoek:

- is de spanning gedaald tot 75% van de maximale waarde?

....

- is de spanning gedaald tot 50% van de maximale waarde?

....

5 Je kunt een zonnepaneel het best recht op het zuiden richten.
Leg uit waarom je dan de hoogste energie-opbrengst krijgt.

....

....

....

....

6 Eén van de 'dakhelften' van een woonhuis is op het zuidwesten gericht. Op deze dakhelft wordt een zonnepaneel gemonteerd.
Hoeveel procent wijkt de spanning rond het middaguur af van de maximale waarde (die je zou krijgen als het zonnepaneel recht op het zuiden was gericht)?

....

....

....

....

7 Is een op het zuidwesten gerichte dakhelft een geschikte plaats om een zonnepaneel te monteren? Licht je antwoord toe.

....

....

....

....

- Je leraar zal je vertellen of je een verslag van deze proef moet maken.

PROEF 2 HET RENDEMENT VAN EEN WAXINELICHTJE

30 minuten

Inleiding

Met een waxinelichtje kun je water verwarmen. Een deel van de warmte van het lichtje komt dan in het water terecht. Een ander deel van de warmte gaat verloren. Het rendement van deze manier van verwarmen is dus zeker geen 100%. Maar hoeveel dan wel?

Doel

Bij deze proef onderzoek je het rendement van het lichtje. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe groot is het rendement als je water met een waxinelichtje verwarmt?

Nodig

- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ bekerglas (100 mL)
- ☐ maatcilinder
- ☐ thermometer
- ☐ elektronische weegschaal
- ☐ waxinelichtje
- ☐ lucifers

Uitvoeren

Voorbereiden

Een brandend waxinelichtje wordt steeds lichter. Dat komt doordat de verbrandingsproducten (waterdamp en koolstofdioxide) gasvormig zijn en door het hele lokaal worden verspreid. Door het waxinelichtje voor en na de proef te wegen, kun je bepalen hoeveel gram brandstof er is verbrand.

Meten

- Bepaal de beginmassa van het waxinelichtje.

1 Noteer de beginmassa.

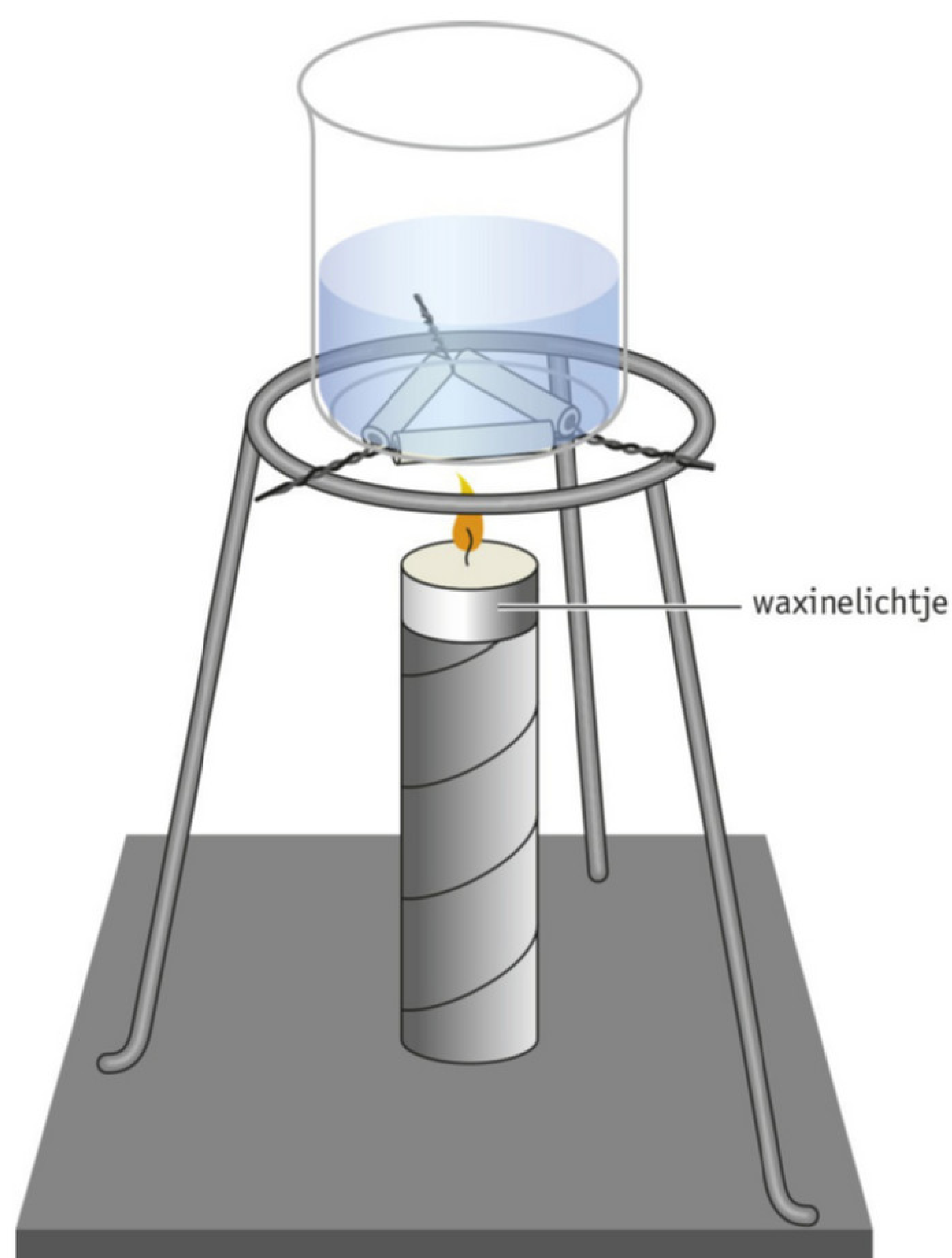
....

- Doe 50 mL water in het bekerglas.
- Meet de temperatuur van het water.

2 Noteer de begintemperatuur.

....

- Maak de opstelling van afbeelding 4.



afbeelding 4 De opstelling van proef 2.

- Steek het waxinelichtje aan.
- Roer af en toe met de thermometer.
- Wacht tot de temperatuur 10 °C is gestegen.
- Blaas het waxinelichtje dan voorzichtig uit.
- Bepaal opnieuw de massa van het waxinelichtje.

3 Noteer de eindmassa.

....

Uitwerken

4 1,0 g van het waxinelichtje levert bij verbranding 40 kJ warmte.
Bereken hoeveel warmte het waxinelichtje bij deze proef heeft geleverd.

....

....

....

....

5 Het brandende waxinelichtje heeft bij deze proef 2,1 kJ warmte afgestaan aan het water. Die 2,1 kJ is de nuttig gebruikte warmte (energie).
Bereken nu het rendement van het verwarmen van het water.

gegevens E_{af} = ...

E_{op} = ...

gevraagd η = ? %

uitwerking $\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} \times 100\% = \frac{\text{.................... kJ}}{\text{....................}} \times 100\%$

= ....%

6 Vergelijk jouw rendement met het rendement dat je medeleerlingen hebben berekend.
Zijn er opvallende verschillen? Welke?

....

....

....

....

PROEF 3 METEN MET EEN VERMOGENSMETER

30 minuten

Inleiding

Met een vermogensmeter kun je het vermogen en het energieverbruik van elektrische apparaten meten. Het apparaat wordt ook wel een energiemeter of een energiekostenmeter genoemd. Van je leraar krijg je (een link naar) de gebruiksaanwijzing. Lees die goed voor je aan het werk gaat.

Doel

Je bepaalt het vermogen en het energieverbruik van verschillende apparaten.

Nodig

☐ vermogensmeter
☐ föhn
☐ waterkoker
☐ spotje
☐ gloeilamp } die
☐ spaarlamp } evenveel
☐ ledlamp } licht geven

Uitvoeren en uitwerken

Waarschuwing
Je werkt bij deze proef met een spanning van 230 V. Wees dus voorzichtig. Houd je aan de aanwijzingen van je leraar.

- Je leraar zal je vertellen waar en in welke volgorde je de verschillende metingen moet uitvoeren.

Meting 1 Het vermogen van een föhn
- Steek de vermogensmeter in een stopcontact.
- Sluit de föhn aan op de vermogensmeter (afbeelding 5).
- Bepaal het opgenomen vermogen bij verschillende standen van de föhn.



afbeelding 5 Zo meet je het opgenomen vermogen van een föhn.

1 Noteer je meetresultaten.

....

....

....

....

2 Noteer het vermogen dat op het typeplaatje van de föhn is vermeld.

....

3 Vergelijk het vermogen op het typeplaatje (opdracht 2) met de vermogens die je hebt gemeten (opdracht 1).
Wat is je conclusie?

....

....

....

....

....

Meting 2 Het energieverbruik van een waterkoker

- Stel op de vermogensmeter het actuele elektriciteitstarief in.
- Doe een halve liter water in de waterkoker.
- Meet hoeveel elektrische energie nodig is om een halve liter water aan de kook te brengen.

4 Noteer:
- hoelang het duurde om het water aan de kook te brengen;
- hoeveel elektrische energie de waterkoker heeft verbruikt;
- hoeveel je voor deze hoeveelheid energie moet betalen.

....

....

....

5 Bereken het energieverbruik van de waterkoker met behulp van:
- het vermogen op het typeplaatje;
- de tijdsduur die je bij opdracht 4 hebt opgeschreven.

....

....

....

....

....

....

6 Vergelijk het berekende energieverbruik (opdracht 5) met het gemeten energieverbruik (opdracht 4).
Wat is je conclusie?

....

....

....

Meting 3 Lampen vergelijken
- Kijk of de gloeilamp, de spaarlamp en de led inderdaad evenveel licht geven.
- Meet het vermogen van de drie lampen en de kosten per uur. Stel zo nodig eerst het actuele elektriciteitstarief in.

7 Noteer je meetresultaten.

....

....

....

....

8 Welke lamp is het zuinigst met energie?
Waaraan zie je dat?

....

....

....

....

9 Welke lamp is het minst energiezuinig?
Waaraan zie je dat?

....

....

....

....

PROEF 4 ONDERZOEK: DE SPANNING VAN EEN DYNAMO

60 minuten

Inleiding

De spanning die een fietsdynamo levert, is variabel. Hoe sneller je fietst, hoe hoger de spanning. Dat zie je aan je voorlamp. Als je langzaam optrekt van 0 naar 20 km/h, gaat de lamp steeds feller branden.

Doel

Hoe ziet het verband tussen de snelheid en de spanning er precies uit? Met een fiets en een multimeter (of met een computer/datalogger) kun je dat onderzoeken. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe hangt de spanning van de dynamo af van de snelheid waarmee je fietst?

Uitvoeren en uitwerken

Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen*.
- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.

1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken.*
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

11.1 FOSSIELE BRANDSTOFFEN

ONTHOUD

- Fossiele brandstoffen worden nog steeds veel gebruikt: voor de verwarming van gebouwen, voor het wegvervoer en vliegverkeer en voor de opwekking van elektriciteit.
- In een ‘gewone’ energiecentrale worden brandstoffen verbrand. Met de ontstane warmte wordt water verhit tot stoom. De stoom brengt turbines aan het draaien die op hun beurt generatoren aandrijven. In de generatoren wordt dan elektrische energie opgewekt.
- Je kunt de energieproductie van een centrale berekenen met de formule: $E = P \cdot t$
- Een kerncentrale werkt op de kernenergie in een kernbrandstof zoals uranium. In de kernreactor worden de kernen van de uraniumatomen gespleten. Daarbij komt veel warmte vrij. Die warmte wordt gebruikt om elektrische energie op te wekken, net als in een gewone energiecentrale.
- Het is onmogelijk om warmte volledig om te zetten in elektrische energie. De afvalwarmte die overblijft, wordt afgevoerd met het koelwater van een centrale.
- Als je koelwater rechtstreeks in een rivier loost, kan het water te warm worden voor de vissen die erin leven. Dat noem je thermische verontreiniging. Om milieuschade te voorkomen, moet het energiebedrijf het koelwater eerst laten afkoelen in grote koeltorens.
- Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan verschillende schadelijke gassen. Koolstofdioxide (CO_2) laat de aarde opwarmen, waardoor het klimaat verandert. Zwaveldioxide (SO_2) en stikstofoxiden (NO_x) veroorzaken zure regen en dragen bij aan smog.

BEGRIPPEN

afvalwarmte
Warmte die overblijft bij de opwekking van elektrische energie (of een ander industrieel proces), en wordt afgevoerd met het koelwater.

energietransitie
Omschakeling van vervuilende, niet-duurzame energiebronnen (zoals fossiele brandstoffen) naar schone en duurzame energiebronnen (zoals zon en wind).

fossiele brandstoffen
Brandstoffen die uit de bodem worden gewonnen, zoals aardgas, aardolie en steenkool.

generator
Apparaat dat elektrische energie produceert, als je zijn as aan het draaien brengt (een soort grote dynamo).

kernenergie
De energie in een kernbrandstof zoals uranium; je kunt kernenergie omzetten in warmte door de kernen van uraniumatomen te splijten in een kernreactor.

koolstofdioxide (CO_2)
Broeikasgas dat altijd al in de atmosfeer voorkwam, maar waarvan de hoeveelheid de laatste eeuwen sterk is gegroeid door de verbranding van fossiele brandstoffen.

natuurlijk broeikaseffect
Opwarming van de atmosfeer door broeikasgassen die een natuurlijk bestanddeel van de atmosfeer vormen (zoals natuurlijk koolstofdioxide).

smog
Vorm van luchtverontreiniging die slijmvliezen, ogen en luchtwegen irriteert en beschadigt; dichte smog ziet eruit als een geelbruine nevel.

stoomturbine
Wiel met schoepen dat snel gaat ronddraaien als er hete stoom tegenaan spuit.

thermische verontreiniging
Vervuiling met warmte, doordat heet koelwater van bijvoorbeeld een energiecentrale rechtstreeks op een rivier wordt geloosd.

versterkt broeikaseffect
Extra opwarming van de atmosfeer door broeikasgassen die zijn ontstaan door menselijk handelen, zoals het verbranden van fossiele brandstoffen.

zure regen
Verzuring van regenwater en daardoor ook van de bodem en het oppervlaktewater door stoffen die vrijkomen bij de verbranding van fossiele brandstoffen.

11.2 ZONNE-ENERGIE

ONTHOUD

- Planten gebruiken zonlicht om glucose te maken van koolstofdioxide en water. Daarbij zetten ze de stralingsenergie in zonlicht om in chemische energie.
- Een zonnepaneel bestaat uit zonnecellen die de stralingsenergie in zonlicht omzetten in elektrische energie. Via een omvormer wordt de elektrische energie afgegeven aan het lichtnet in huis.
- Het elektrisch vermogen dat een zonnepaneel produceert, hangt af van de omstandigheden. Het paneel haalt zijn maximale vermogen alleen als de omstandigheden ideaal zijn: rond twaalf uur ’s middags in de zomer bij een onbewolkte lucht.
- Mensen die zonnepanelen op hun huis hebben liggen, hebben minder (of geen) elektrische energie nodig van het energiebedrijf. Hierdoor gaat hun energierekening flink naar beneden.
- Het meest verkochte soort zonnepanelen heeft een rendement van 16%. Dat wil zeggen dat ze 16% van de opgevangen stralingsenergie omzetten in elektrische energie.
- Je kunt het rendement berekenen met de formules:

$$\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}} \times 100\% \text{ en } \eta = \frac{P_{af}}{P_{op}} \times 100\%$$

BEGRIPPEN

energie-omzetting
Proces waarbij de ene soort energie verandert in een andere (of in verschillende andere energiesoorten).

fotosynthese
Proces in de groene delen van planten, waarbij de stralingsenergie van zonlicht wordt omgezet in chemische energie.

omvormer
Apparaat dat de elektrische energie van zonnepanelen geschikt maakt voor het lichtnet, zodat de energie door apparaten in huis kan worden gebruikt.

piekvermogen
Het maximale elektrisch vermogen dat alleen onder ideale omstandigheden wordt gehaald.

rendement
Percentage dat aangeeft welk deel van de opgenomen energie wordt omgezet in de gewenste energiesoort.

stralingsenergie
Energie in de straling die een voorwerp uitzendt, zoals de energie in het licht van de zon.

zonnecel
Onderdeel van een zonnepaneel dat elektrische energie produceert als er zonlicht op valt.

zonnepaneel
Plaat waarop een aantal zonnecellen is gemonteerd.

11.3 WINDENERGIE

ONTHOUD

- Alles wat beweegt heeft bewegingsenergie. Die bewegingsenergie kun je benutten, bijvoorbeeld om de wieken van een windmolen in beweging te brengen, een bal weg te schoppen of een spijker in een balk te slaan.
- Je kunt de bewegingsenergie van een bewegend voorwerp (of een hoeveelheid bewegende lucht) berekenen met de formule: $E_k = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$
- Een windturbine zet de bewegingsenergie van wind (bewegende lucht) om in elektrische energie.
- Je kunt een wisselspanning opwekken door een magneet in een spoel heen en weer te bewegen. Door het steeds veranderende magneetveld ontstaat er dan een spanning tussen de uiteinden van de spoel.
- Een fietsdynamo bestaat uit een ronde magneet op een as en een stuk weekijzer waar een spoel omheen zit. Wanneer de magneet ronddraait, wordt het stuk weekijzer steeds op een andere manier gemagnetiseerd. Hierdoor verandert het magneetveld in de spoel steeds van grootte en richting. Zo wordt er een wisselspanning opgewekt tussen de uiteinden van de spoel. Als je de veranderingen in spanning in een grafiek tekent, zie je een golfpatroon ontstaan.
- De generator in een windturbine werkt op een vergelijkbare manier als een dynamo. Hoe harder het waait, des te sneller draait de as van de generator rond, en des te groter is het opgewekte elektrisch vermogen. Bij de hoogst toegestane snelheid levert de windturbine zijn maximale elektrisch vermogen, ook wel het piekvermogen genoemd.

BEGRIPPEN

bewegingsenergie
Energie die bewegende dingen hebben als gevolg van het feit dat ze bewegen.

kinetische energie
Andere naam voor bewegingsenergie.

permanente magneet
Stuk metaal dat blijvend magnetisch is gemaakt.

weekijzer
Soort ijzer dat je heel gemakkelijk magnetisch kunt maken, maar dat zijn magnetisme ook heel gemakkelijk weer verliest.

windturbine
Moderne windmolen die elektrische energie produceert.

wisselspanning
Spanning die afwisselend groter en kleiner wordt en waarbij de plus en min steeds van plaats verwisselen.

wisselstroom
Stroom die steeds van grootte en richting verandert.

11.4 WATERKRACHT

ONTHOUD

- Een waterkrachtcentrale maakt gebruik van de zwaarte-energie van het water in een stuwmeer. Om het waterpeil in het meer constant te houden, laat het energiebedrijf regelmatig water uit het meer wegstromen. Het wegstromende water wordt gebruikt om een waterturbine te laten draaien, die gekoppeld is aan een generator. De generator wekt dan elektrische energie op.
- Je kunt de zwaarte-energie van een voorwerp (of van een hoeveelheid water) berekenen met de formule: $E_z = m \cdot g \cdot h$
- Als je een voorwerp recht omhoog gooit of schopt, wordt de bewegingsenergie van het voorwerp steeds verder omgezet in zwaarte-energie. Op het hoogste punt is er alleen nog zwaarte-energie over. Als het voorwerp daarna naar beneden valt, wordt de zwaarte-energie weer omgezet in bewegingsenergie.
- Voor een voorwerp dat omhoog wordt gegooid, of van een bepaalde hoogte naar beneden valt, geldt de regel: E_z op het hoogste punt = E_k op het laagste punt. Hiermee kun je:
  - de hoogte *h* uitrekenen als de snelheid *v* op het laagste punt is gegeven;
  - de snelheid *v* op het laagste punt uitrekenen, als de hoogte *h* is gegeven.
- Je kunt energiebronnen vergelijken op vier punten: prijs, duurzaamheid, beschikbaarheid en effecten op het milieu.
- In Nederland worden verschillende energiebronnen gebruikt. Fossiele brandstoffen scoren goed op beschikbaarheid en slecht op duurzaamheid en het milieu, denk aan klimaatverandering. Zon en wind scoren goed op duurzaamheid, maar slecht op beschikbaarheid. Over het effect van zonne- en windenergie op het (leef)milieu is veel onenigheid, vooral als het over hoge windturbines gaat.

BEGRIPPEN

potentiële energie
Andere naam voor zwaarte-energie.

waterkrachtcentrale
Centrale die de zwaarte-energie van het water in een stuwmeer omzet in elektrische energie.

waterturbine
Wiel met schoepen dat door stromend water aan het draaien wordt gebracht.

zwaarte-energie
Energie die een voorwerp heeft door de hoogte waarop het zich bevindt.

11.5 ENERGIE BESPAREN

ONTHOUD

- Voor elke energie-omzetter geldt de wet van behoud van energie. Bij energie-omzettingen gaat nooit energie verloren. Er komt ook nooit nieuwe energie bij. De totale hoeveelheid energie is voor en na de energie-omzetting even groot.
- Maar al blijft de hoeveelheid energie constant, vaak neemt de waarde van de energie wel af. Er verdwijnen waardevolle soorten energie, zoals chemische en elektrische energie. Er ontstaan soorten energie waar je niet zoveel mee kunt, zoals (afval)warmte en geluid.
- Zuinig met energie zijn houdt in dat je zuinig bent met chemische en elektrische energie. Je probeert je verbruik van deze waardevolle soorten energie zo laag mogelijk te houden.
- Je kunt (elektrische en chemische) energie besparen door energiezuinige apparaten te gebruiken en door je levensstijl te veranderen: meer fietsen en minder autorijden bijvoorbeeld.
- Gloeilampen hebben een heel laag rendement en mogen daarom in de EU niet meer verkocht worden. Ledlampen hebben een veel hoger rendement, acht tot tien keer dan dat van gloeilampen. Spaarlampen zitten qua rendement tussen gloeilampen en ledlampen in.
- Je kunt het energieverbruik van apparaten berekenen met de formule: $E = P \cdot t$
  - als je het vermogen P invult in W en de tijd t in s, vind je het energieverbruik E in J;
  - als je het vermogen P invult in kW en de tijd t in h, vind je het energieverbruik E in kWh.
- Een energielabel geeft aan in welke energieklasse een elektrisch apparaat valt. De schaal loopt van A (groen, het meest zuinig) tot G (rood, het minst zuinig).

BEGRIPPEN

energielabel
Label dat aangeeft hoe energiezuinig een product is; elektrische apparaten, maar ook auto's en huizen moeten verplicht zo'n label hebben.

energiezuinig
Eigenschap van een apparaat dat het weinig energie nodig heeft om een bepaalde taak uit te voeren (vergeleken met soortgelijke apparaten).

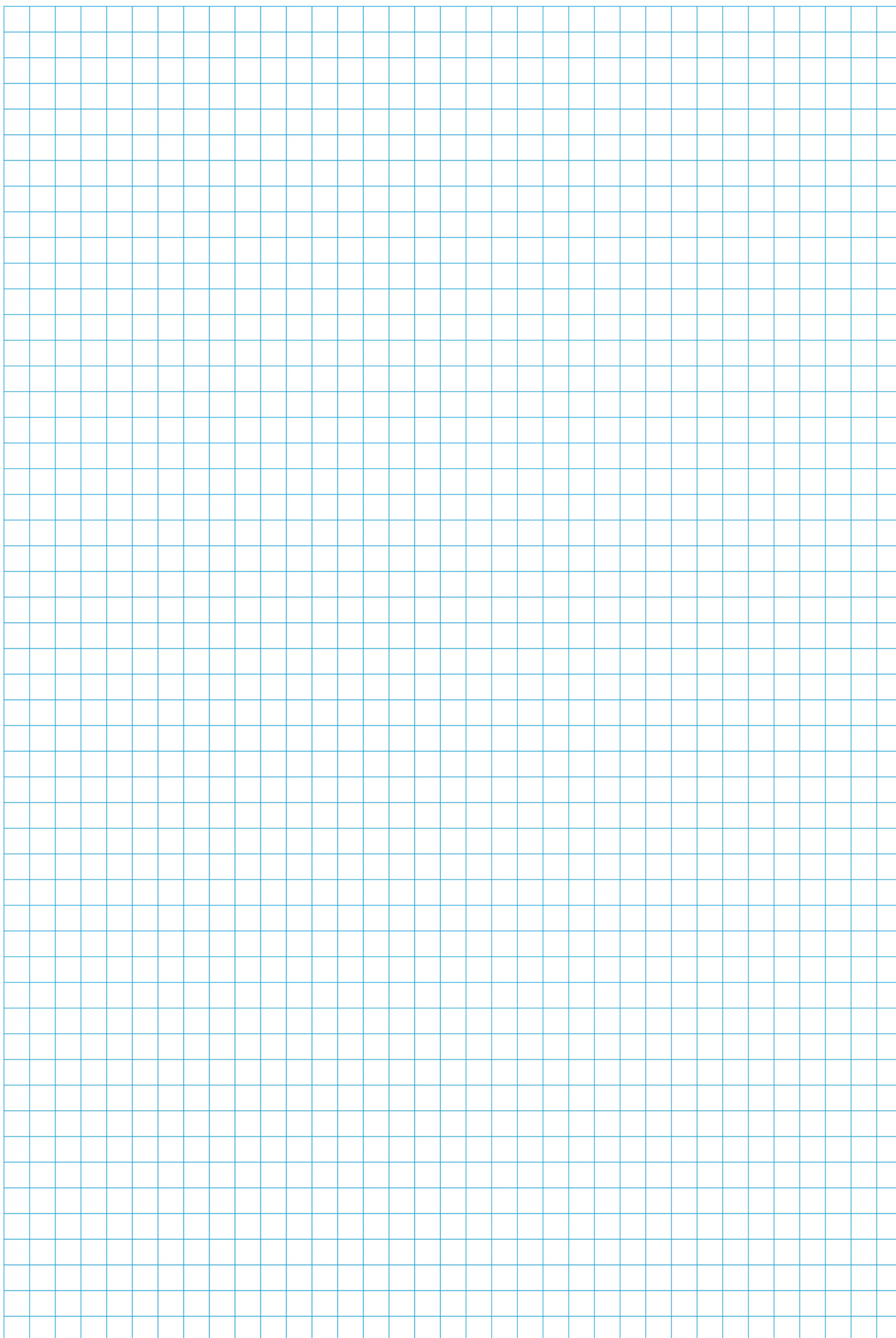
gloeilamp
Lamp die licht produceert met een gloeidraad die gloeiend heet wordt als er stroom doorheen loopt.

ledlamp
Lamp die licht produceert op een elektronische manier, met behulp van leds.

spaarlamp
Lamp die licht produceert door een elektrische stroom door een dun gebogen buisje met gas te sturen.

wet van behoud van energie
Regel die stelt dat er bij een energie-omzetting geen energie verloren gaat; de hoeveelheid energie blijft even groot.


Ga naar de *Flitskaarten*.



Examentraining A

EXAMEN DOEN

Aan het einde van dit schooljaar doe je centraal examen. In 90 minuten laat je zien wat je bij het vak natuur- en scheikunde I hebt geleerd. In het onderdeel Examentraining ga je alvast oefenen. Je maakt kennis met verschillende soorten examenopdrachten en je leert hoe je die kunt aanpakken.




2019

1 Het centraal examen (CE)

In de boeken van *Nova* Nask 1 vind je alle leerstof en de samenvattingen van de leerstof. In deze examentraining neem je niet alle leerstof opnieuw door. Je krijgt ook geen samenvatting van de leerstof. In de examentraining bereid je je voor op het examen dat je aan het eind van het jaar gaat maken. In deel A krijg je uitleg over het examen, het soort opdrachten en hoe je rekenopdrachten stap voor stap aanpakt. Je krijgt ook uitleg hoe je Binas het best kunt gebruiken. In deel B krijg je uitleg over het digitale examen en oefen je met een proefexamen.

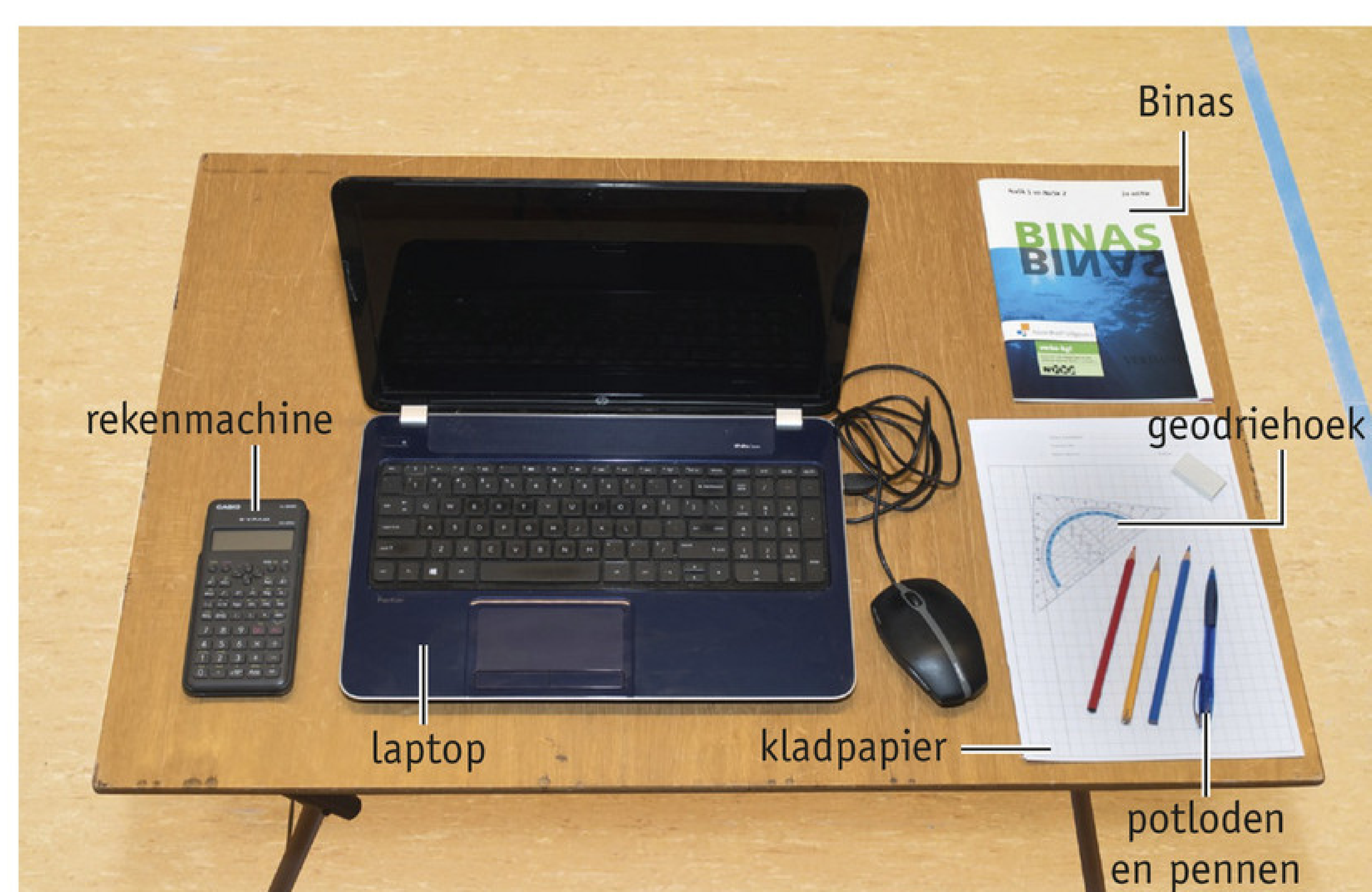
Het centraal examen natuur- en scheikunde I duurt 90 minuten. Het bestaat uit ongeveer 35 examenopdrachten. Alle opdrachten maak je op de computer; ook krachten tekenen en een grafiek tekenen doe je op de computer.

Waar gaat het centraal examen over?
De leerstof voor het centraal examen staat in de volgende negen *Nova*-hoofdstukken:

Nova 3K deel A	hoofdstuk 4 *Stoffen*
Nova 3K deel B	hoofdstuk 6 *Warmte* en hoofdstuk 7 *Materialen*
Nova 4K deel A	alle hoofdstukken: *Schakelingen, Werktuigen* en *Energie*
Nova 4K deel B	alle hoofdstukken: *Elektriciteit*, *Geluid* en *Kracht en beweging*

Ook moet je de vaardigheden beheersen die achter in de boeken staan, zoals werken met formules of werken met machten van 10.

Welke hulpmiddelen mag je gebruiken?
Op het examen mag je verschillende hulpmiddelen gebruiken (afbeelding 1). De belangrijkste zijn: kladpapier, pennen, potloden, een gum, een geodriehoek, een rekenmachine en het Binas informatieboek KGT 2e editie. Als je dat wilt, mag je ook een woordenboek Nederlands meenemen. Voor verschillende hulpmiddelen gelden regels. Je leraar kan je vertellen wat wel mag en wat niet.



afbeelding 1 Dit mag er allemaal op je tafel liggen als je examen doet.

Hoe zit het examen in elkaar?
De opdrachten op het examen gaan over verschillende onderwerpen. Bij één onderwerp horen vaak meer deelopdrachten. Elke opdracht heeft een titel, bijvoorbeeld *Parasol*, *IJzige auto* of *Ballonpracticum*. De deelopdrachten die bij één onderwerp horen kunnen over dezelfde leerstof gaan, maar ze kunnen ook over verschillende onderdelen van de leerstof gaan. Je moet dus bij elke deelopdracht nadenken over welke leerstof de opdracht gaat.

EXAMENOPDRACHTEN

TIP 1: Bekijk examenopdracht 1. Bedenk over welk onderwerp deze opdracht gaat.
TIP 2: Ga na over welke leerstof de deelopdrachten gaan.

Opdracht 1

naar: examen 2017 variant 2

Limousine
De president van de Verenigde Staten van Amerika heeft een aangepaste limousine (afbeelding 2).



afbeelding 2 Aangepaste limousine van de president van de Verenigde Staten van Amerika.

TIP: Maak eerst een lijstje van de energiesoorten die je kent.

2p **a** De auto ondergaat een remtest. Tijdens het remmen is er sprake van een energieomzetting.
Noteer in het schema de juiste energiesoorten.

voor de omzetting		na de omzetting
		

1p **b** De auto gebruikt als brandstof diesel. De uitlaatgassen bevatten koolstofdioxide (CO_2).
Welk milieu-effect wordt hierdoor versterkt?

....

TIP: Als je een antwoord op een meerkeuzevraag niet direct weet, kan het handig zijn antwoorden weg te strepen waarvan je zeker weet dat ze fout zijn.

1p **c** De zwarte auto wordt na een lange rit op een zonnige en warme dag in een overdekte garage geparkeerd.
Wat is de belangrijkste vorm van warmtetransport die ervoor zorgt dat het oppervlak van de auto zijn warmte verliest?

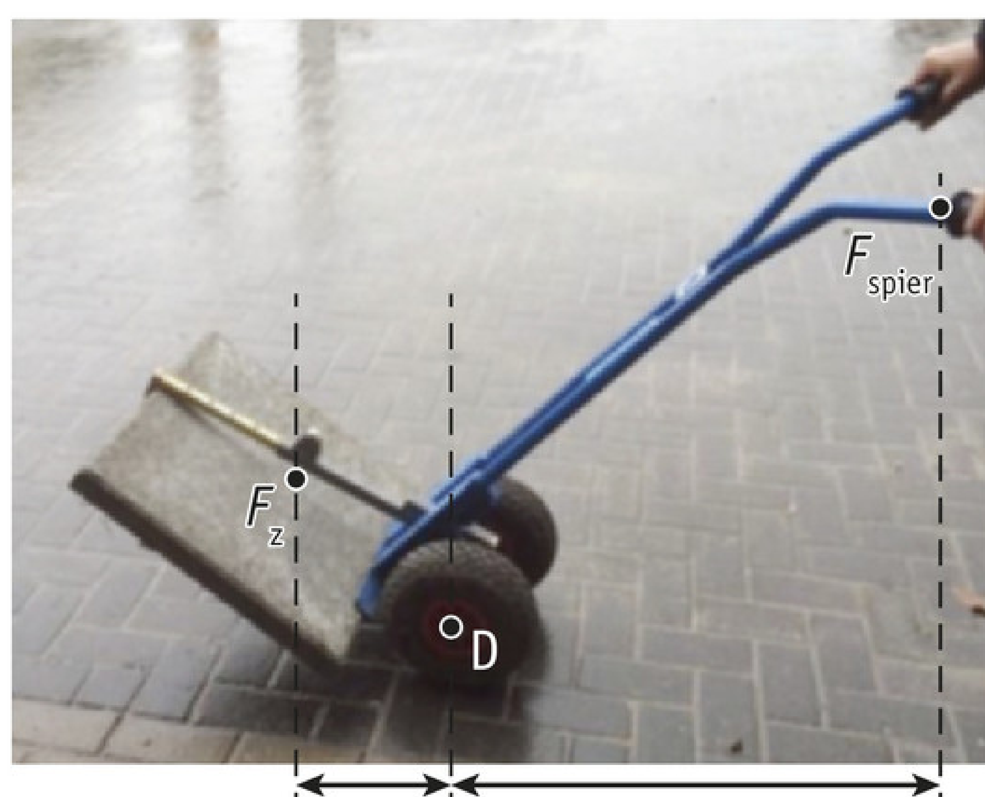
- ○ A geleiding
- ○ B straling
- ○ C stroming

TIP 1: Bekijk examenopdracht 2. Bedenk over welk onderwerp deze opdracht gaat.
TIP 2: Ga na over welke leerstof de deelopdrachten gaan.

Opdracht 2

naar: examen 2019 variant 2

Tegeldonkey
Een tegeldonkey is een hulpmiddel voor een stratenmaker. Je haalt er tegels mee weg, pakt ze op en verplaatst ze. Je ziet in afbeelding 3 een tegeldonkey met een tegel in evenwicht.



afbeelding 3 Een tegeldonkey.

2p **a** Over de situatie staan twee zinnen.
Maak elke zin compleet.

De arm van F_{spier} is *even groot als / groter dan / kleiner dan* de arm van F_z op de tegel.
De benodigde F_{spier} is *even groot als / groter dan / kleiner dan* F_z op de tegel.

TIP: De arm van F_z wordt bij een grotere tegel langer.

1p **b** Door de uitschuifbare arm kun je tegels van verschillend formaat inklemmen. Je ziet in afbeelding 4 een tegel die is ingeklemd over de korte zijde.
Vergelijk de situatie waarin je een tegel over de lange zijde inklemt met de situatie waarin je de tegel over de korte zijde inklemt (afbeelding 5).
Maak de zin compleet. Neem aan dat je de tegeldonkey in dezelfde stand vasthoudt.

De benodigde spierkracht is bij het inklemmen over de lange zijde
even groot / *groter* / *kleiner*.



afbeelding 4 Een tegel ingeklemd over de korte zijde.



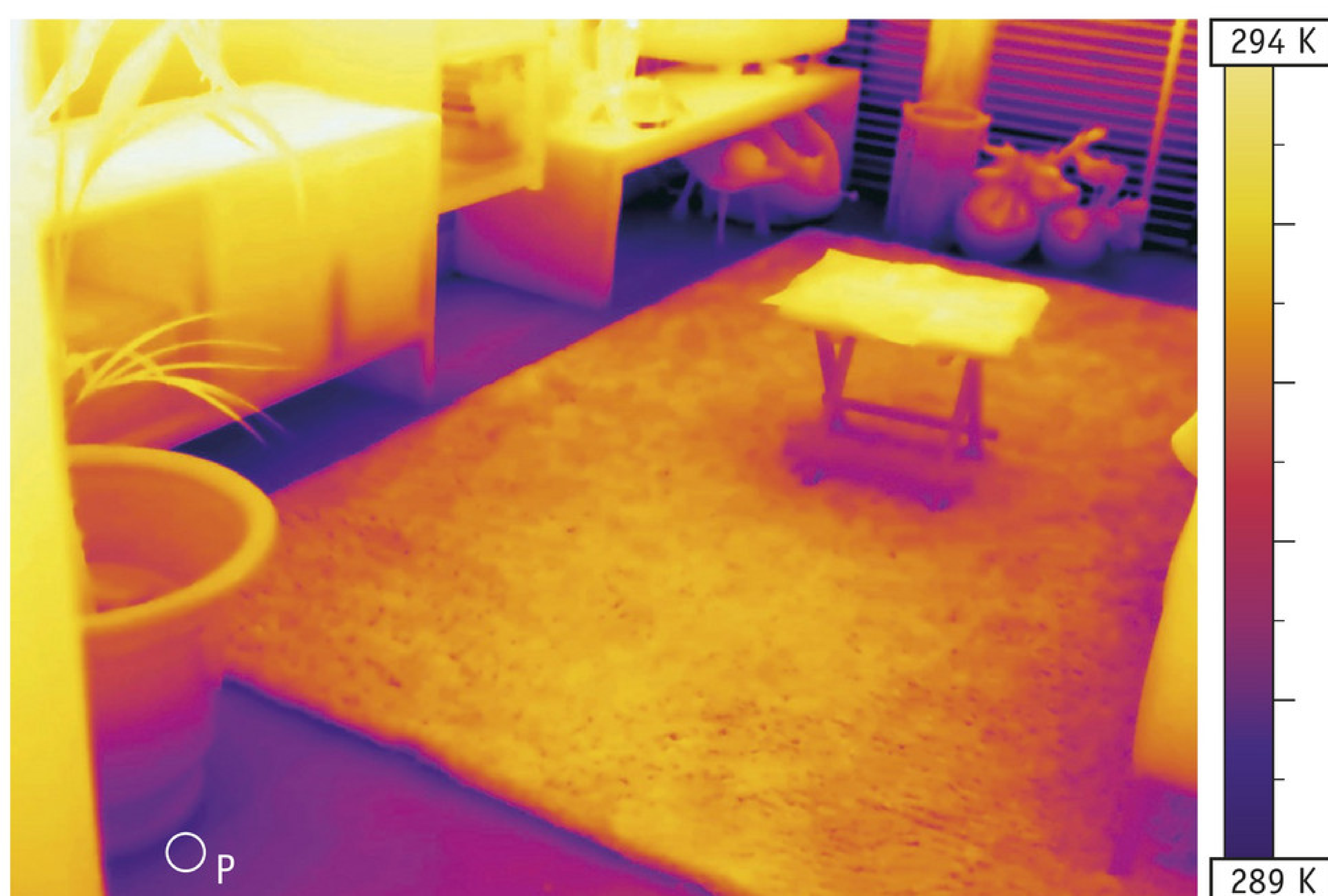
afbeelding 5 Tegel oppakken over de korte of over de lange zijde.

TIP 1: Bekijk examenopdracht 3. Bedenk over welk onderwerp deze opdracht gaat.
TIP 2: Ga na over welke leerstof de deelopdrachten gaan.

Opdracht 3

naar: examen 2019 variant 2

Warmtebeeld
Met een infraroodcamera is een warmtebeeld van een woonkamer gemaakt (afbeelding 6).



afbeelding 6 Warmtebeeld van een woonkamer.

TIP 1: Een aanwijzing voor het omrekenen van kelvin naar graden Celsius vind je in Binas.
TIP 2: Let bij het aflezen goed op de schaal van de temperatuur.

2p **a** Over het warmtebeeld van de woonkamer staan twee zinnen.
Maak elke zin compleet.

De temperatuur van de vloer in de cirkel bij punt P is ongeveer .... K.

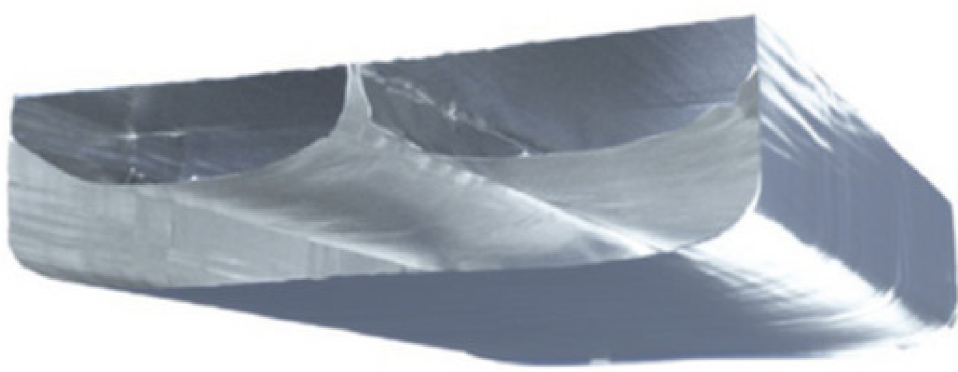
Dit is een temperatuur van .... °C.

1p **b** Om de vloer te isoleren zijn thermokussens onder de vloer geplaatst. De thermokussens zijn gemaakt van glimmende folie (afbeelding 7).
Je ziet in afbeelding 8 de kamer voor en na het isoleren.
Wat is de belangrijkste vorm van warmtetransport die door de thermokussens wordt tegengegaan?
- ○ A geleiding
- ○ B straling
- ○ C stroming

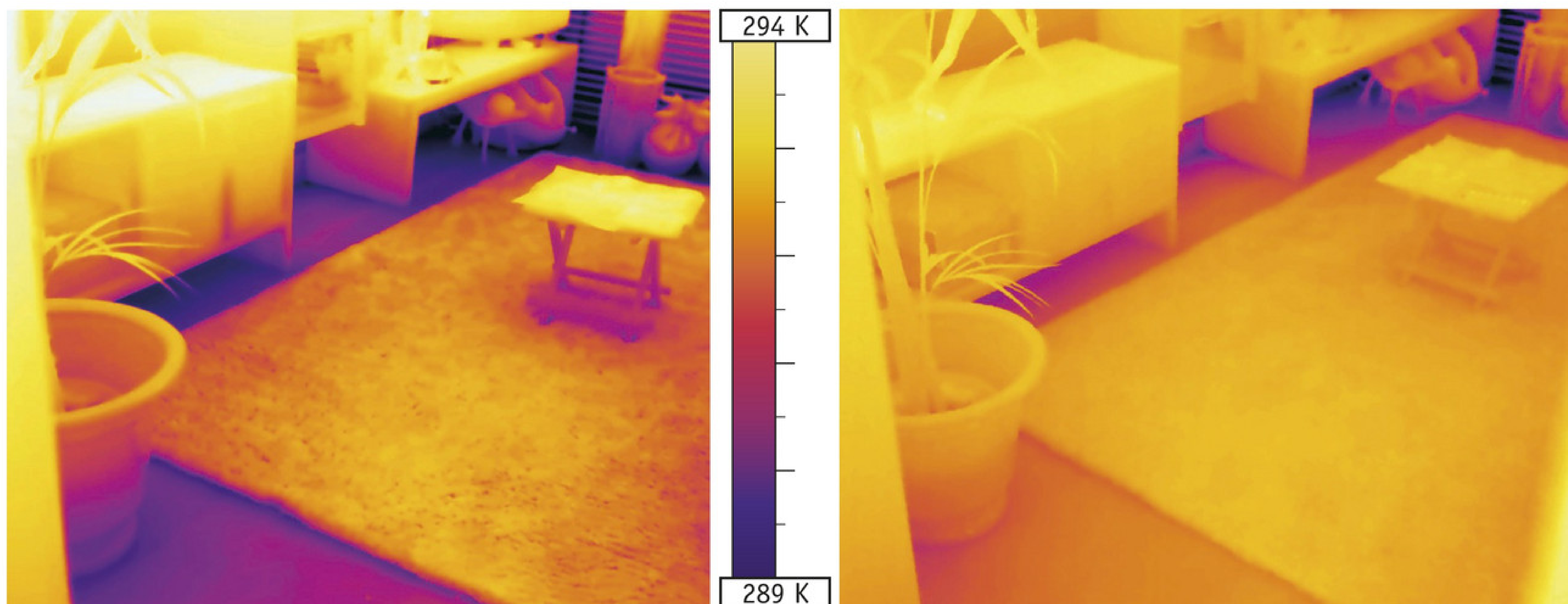
TIP: Bedenk of je een formule uit Binas moet gebruiken of dat je zelf moet nagaan hoe je de berekening maakt.

1p **c** Door de isolatie is er in één maand 1100 MJ warmte uit aardgas bespaard. Bij het verbranden van 1 m^3 aardgas komt 32 MJ vrij. 1 m^3 aardgas kost € 0,64.
Welk bedrag aan energiekosten is er in een maand bespaard?

- ○ A € 20
- ○ B € 22
- ○ C € 34
- ○ D € 54



afbeelding 7 Een thermokussen van glimmende folie.



voor isoleren na isoleren

afbeelding 8 De woonkamer voor en na isoleren.

2 Opdrachten en vragen

In het centraal examen kom je vragen en opdrachten tegen. Je hebt twee soorten vragen: meerkeuzevragen en open vragen. Bij een meerkeuzevraag hoef je alleen het juiste antwoord aan te kruisen. Misschien wil je voor zo'n opdracht toch even iets tekenen of berekenen. Doe dat dan op kladpapier. Bij een open vraag moet je zelf antwoord geven op een vraag. Lees de opdracht goed om te zien wat je moet doen.

Bij de opdrachten wordt een opdrachtwerkwoord gebruikt, zoals: *bepaal*, *bereken*, *kies*, *leg uit*, *noteer*, *teken*, *vul in*, *maak compleet*, enzovoort. Als je de opdracht leest, is het handig om dit opdrachtwerkwoord met een speciale kleur te markeren, zodat het goed opvalt. Dit kan ook op de computer.

De meeste opdrachtwerkwoorden hebben geen uitleg nodig. Aankruisen doe je door een kruisje te zetten. Invullen doe je door het antwoord op de aangegeven plaats te noteren. Tekenen doe je door een tekening of grafiek (af) te maken. Doe dus altijd gewoon wat er staat.

In veel opdrachten wordt het opdrachtwerkwoord *bereken* gebruikt:
Bereken de stroomsterkte ... Bereken de zwaartekracht ... Bereken het energieverbruik ...
Je moet in zo'n geval de hele berekening noteren: de formule, de ingevulde gegevens, het getal dat er uitkomt en de juiste eenheid (afbeelding 1). Het is belangrijk dat je dat volledig doet. Een goede uitkomst zonder berekening levert geen punten op.

$$U = 3{,}2\ \text{V}$$
$$I = 410\ \text{mA} = 0{,}41\ \text{A}$$
$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}2}{0{,}41} = 7{,}8\ \Omega$$

afbeelding 1 Een uitgewerkte examenopdracht, waarbij je de weerstand moet berekenen.

Bij het opdrachtwerkwoord *toon aan* moet je iets berekenen of beredeneren, terwijl je het antwoord al kent. Er staat bijvoorbeeld: *Toon aan dat de stroomsterkte 1,5 A is.* Je moet dan uit de gegevens afleiden hoe groot de stroomsterkte is, bijvoorbeeld door een berekening te maken. Maar je weet al wat er uit moet komen: 1,5 A. Vaak heb je zo'n antwoord later opnieuw nodig in een andere opdracht. Je mag het antwoord dat je moet aantonen niet gebruiken in je berekening of beredenering.

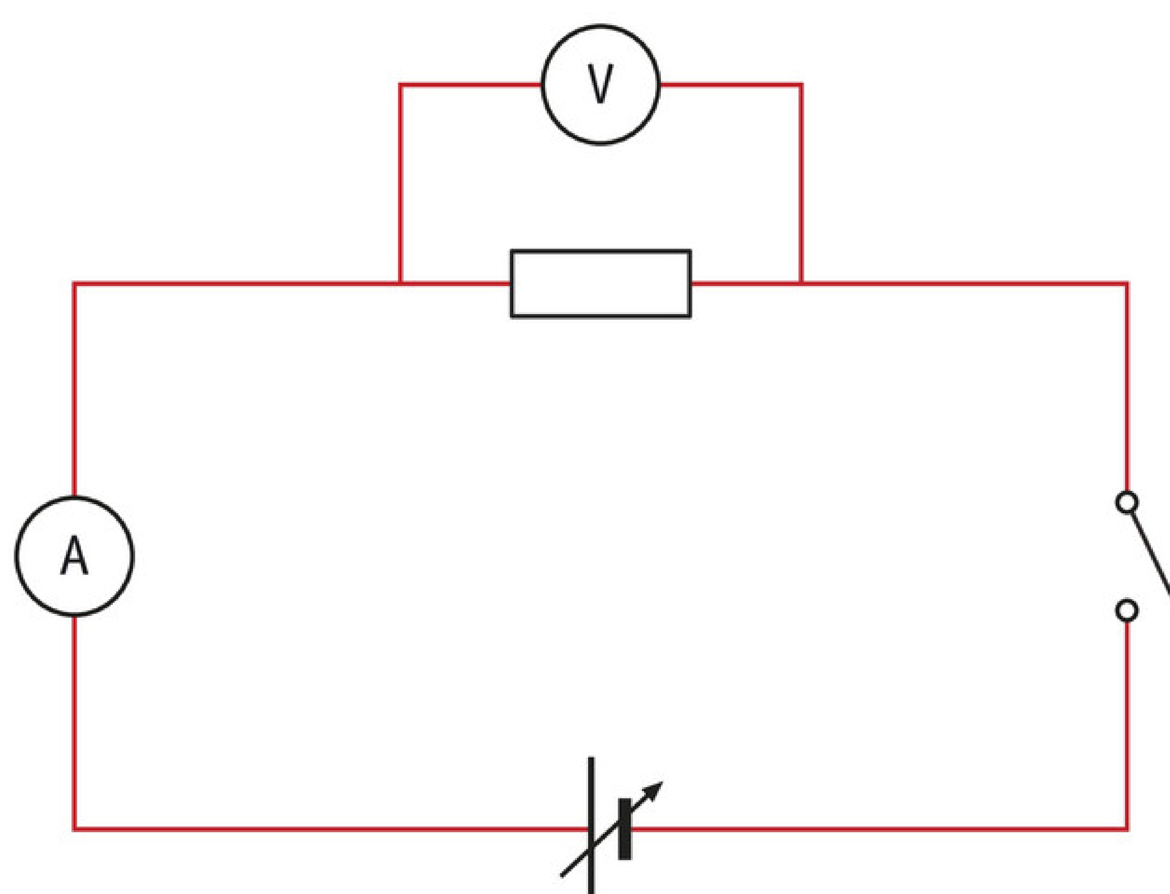
EXAMENOPDRACHTEN

TIP: Bekijk de deelopdrachten van examenopdracht 1. Markeer het opdrachtwerkwoord bij elke deelopdracht, als dat er is. Gebruik voor het markeren van de opdrachtwerkwoorden steeds dezelfde kleur, bijvoorbeeld groen.

Opdracht 1

naar: examen 2019 variant 1

Practicum weerstand
Tijdens een practicum bepalen leerlingen de waarde van een weerstand. Ze gebruiken de schakeling van afbeelding 2.



afbeelding 2 Schakeling om de weerstand te bepalen.

TIP: Kijk goed in welke contacten van de meters de snoeren zitten.

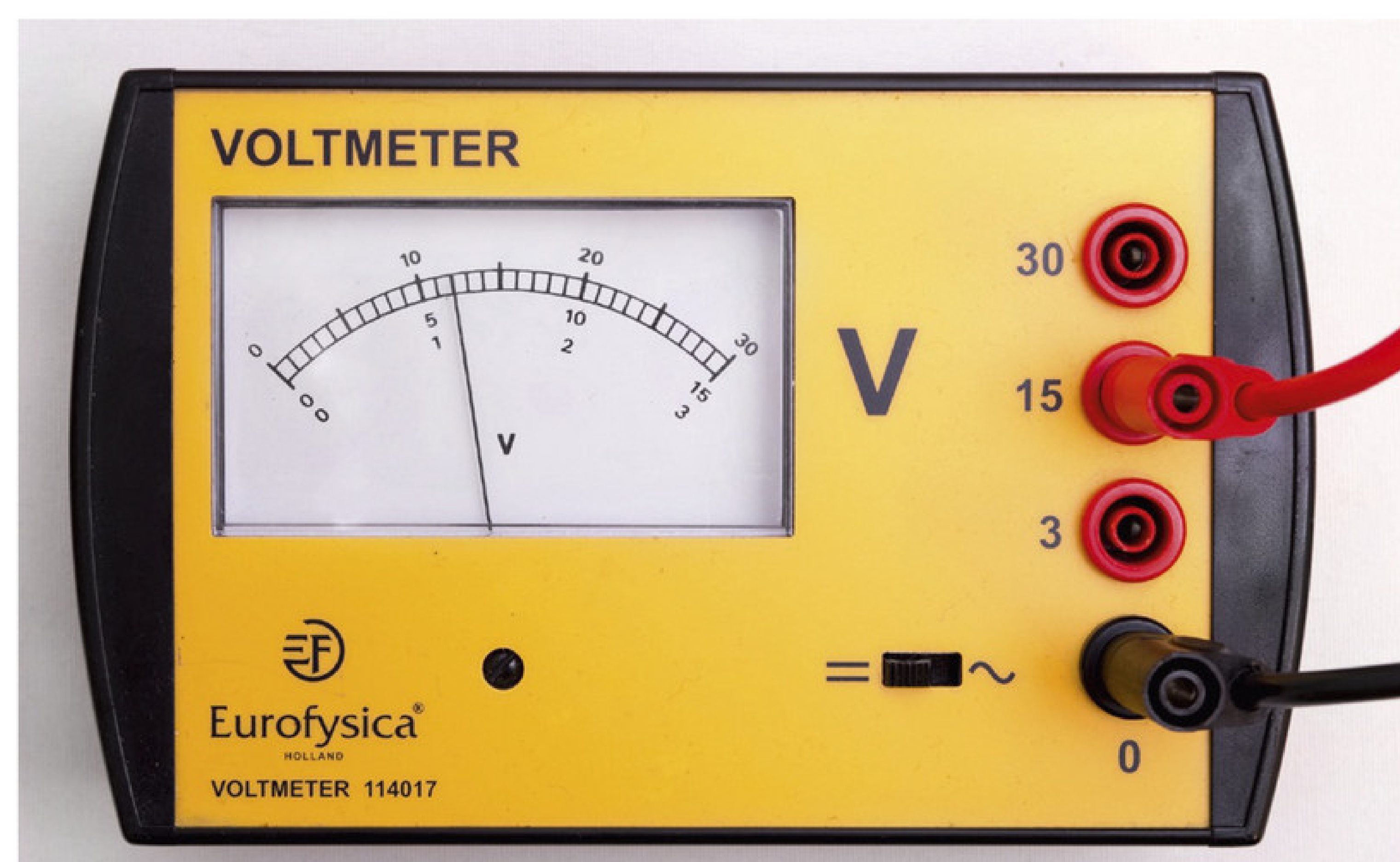
2p **a** In afbeelding 3 zie je de meters op het moment dat ze worden afgelezen.
Welke waarden geven de ampèremeter en de voltmeter aan?

ampèremeter: .... A

voltmeter: V

afbeelding 3 Een ampèremeter en een voltmeter.





TIP 1: Bij deze opdracht moet je een berekening uitvoeren. Het is handig dit te doen op kladpapier.
TIP 2: Bedenk welk gegeven je eerst moet omrekenen.

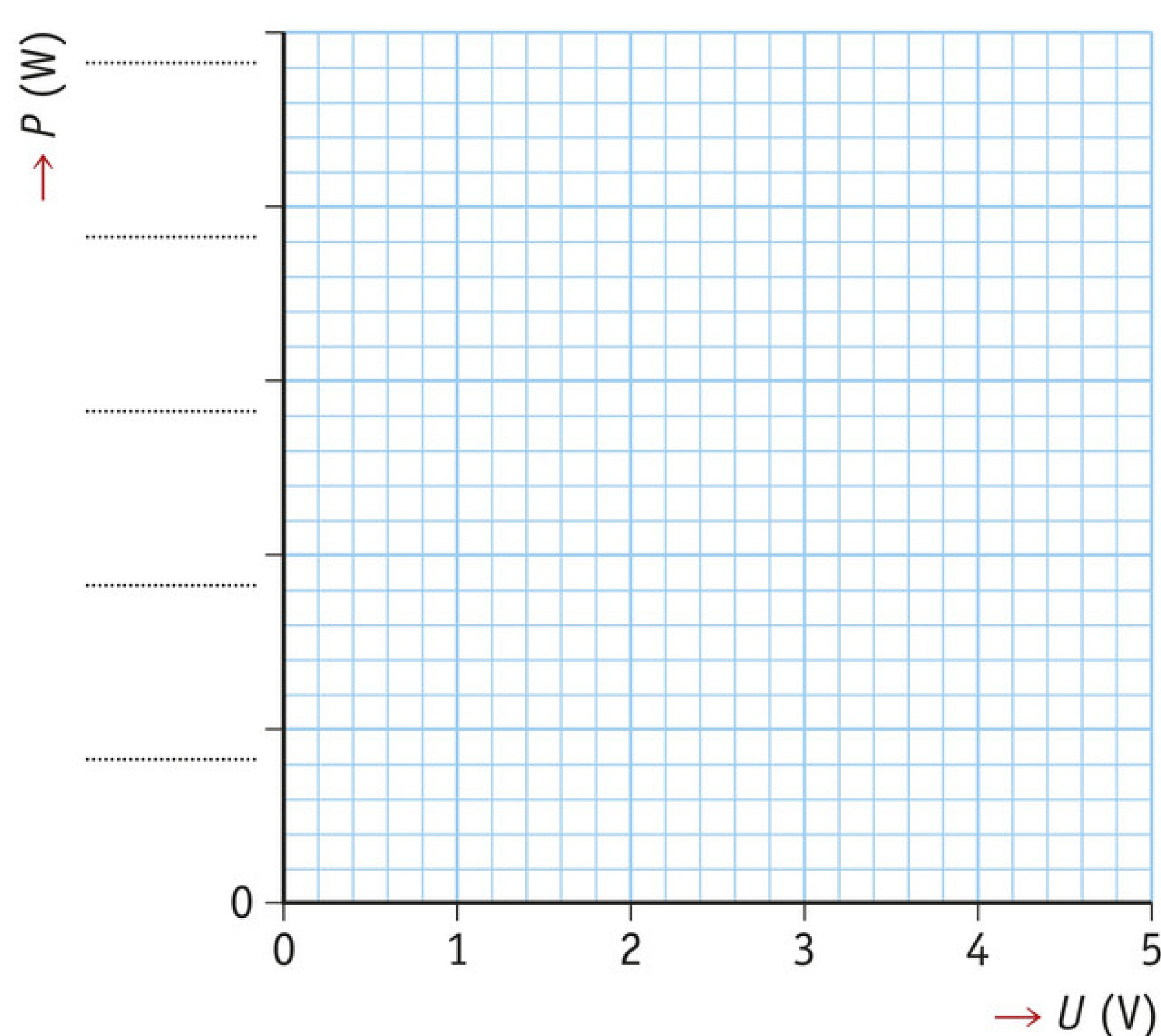
1p **b** Bij een spanning van 1,5 V meten de leerlingen een stroomsterkte van 15 mA door de weerstand.
Wat is de grootte van deze weerstand?
- ○ A 0,010 Ω
- ○ B 0,10 Ω
- ○ C 1,0 Ω
- ○ D 100 Ω

TIP: In deze opdracht moet je een grafiek tekenen. Wil je nalezen hoe dat moet, kijk dan in je boek bij de vaardigheden.

3p **c** Tijdens het practicum hebben leerlingen een aantal metingen met een weerstand gedaan. In tabel 1 staan hun resultaten.
Zet alle meetpunten uit in het diagram en teken de grafiek in afbeelding 4.

tabel 1 Metingen van de spanning met bijbehorend vermogen.

U (V)	*P* (W)
0,0	0,00
1,0	0,01
2,0	0,04
3,0	0,09
4,0	0,16
5,0	0,25



afbeelding 4 Grafiek.

TIP: Bekijk de deelopdrachten van opdracht 2. Markeer het opdrachtwerkwoord.

Opdracht 2

naar: examen 2017 variant 2

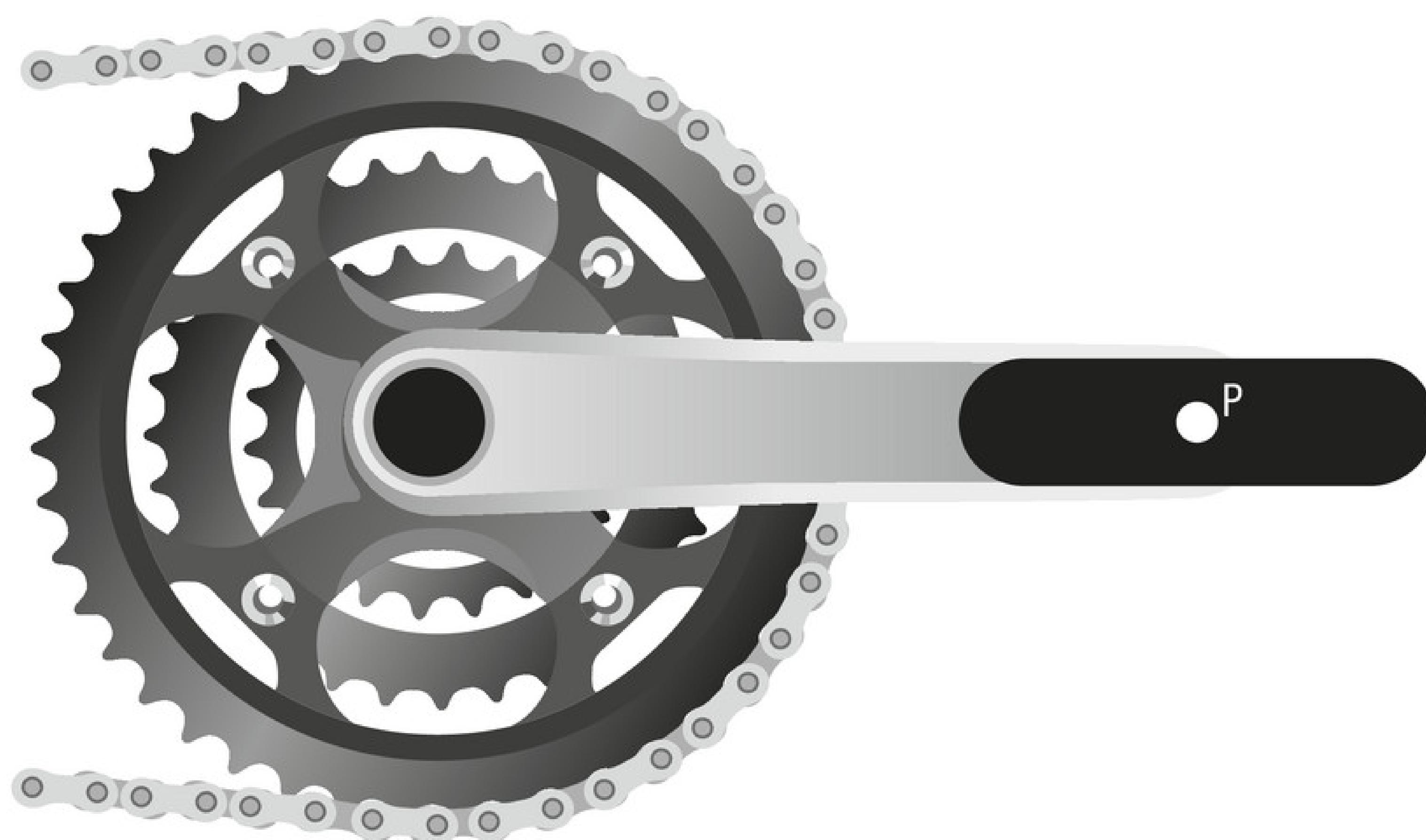
Fietsmomentje
Arlene fietst op haar mountainbike (afbeelding 5).



afbeelding 5 Arlene op haar mountainbike.

TIP: Let op de richting en de grootte van de pijl.

2p **a** De kracht van Arlene op een pedaal is 400 N. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 100 N.
Teken de kracht op het pedaal in punt P in afbeelding 6.

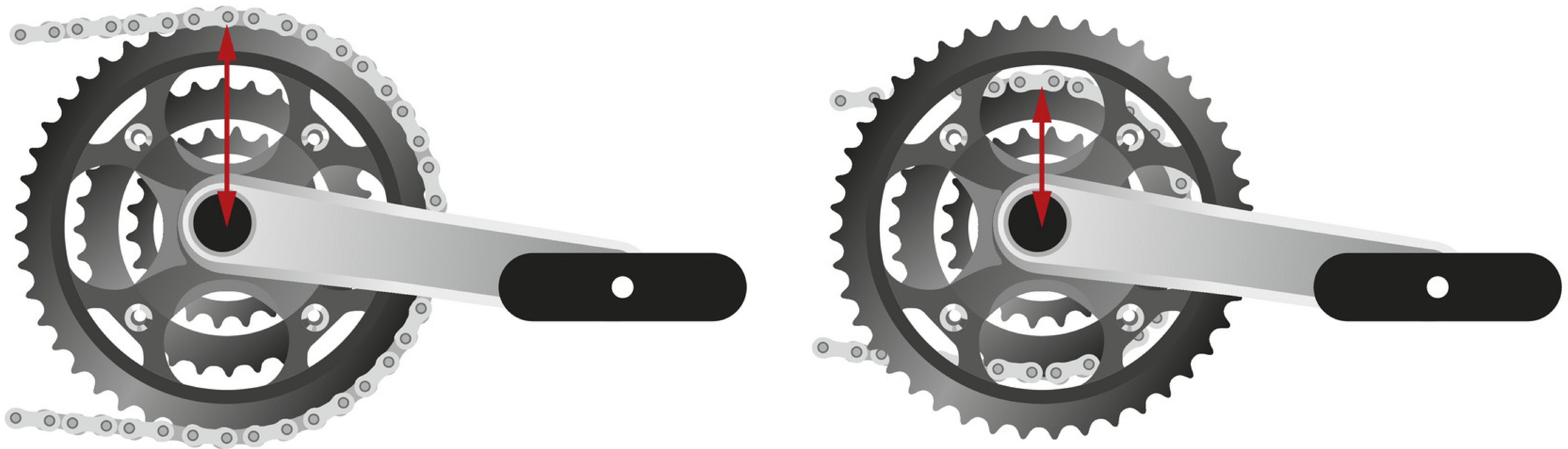


afbeelding 6 De kracht op het pedaal.

TIP: In de opdracht staat het begrip ‘arm’. Bedenk over welk onderwerp de vraag gaat.

2p **b** De ketting ligt op het buitenblad. Daarna schakelt Arlene de ketting over naar het middenblad (afbeelding 7). Vergelijk het fietsen met het buitenblad met het fietsen met het middenblad. De kracht op het pedaal is even groot.
Maak elke zin compleet.

Bij het gebruik van het middenblad is de arm van de kracht op de ketting *gelijk* / *groter* / *kleiner*.
Bij het gebruik van het middenblad is de kracht op de ketting *gelijk* / *groter* / *kleiner*.



afbeelding 7 Ketting op het buitenblad (links) en op het binnenblad (rechts).

TIP: Bekijk opdracht 3. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 3

naar: examen 2019 variant 2

LNG

LNG (liquid natural gas) is een aardgas dat onder druk vloeibaar is gemaakt. LNG wordt in tanks met schepen over de oceanen vervoerd (afbeelding 8).



afbeelding 8 Schip met LNG.

1p **a** LNG is brandbaar.
Noteer een voorzorgsmaatregel die de bemanning op het schip moet nemen.

....

1p **b** Welke brandstof is géén fossiele brandstof?

- ○ A aardgas
- ○ B aardolie
- ○ C houtskool
- ○ D steenkool

TIP: Bedenk welke drie dingen nodig zijn om brand te krijgen.

1p **c** Welk gas is nodig voor de verbranding van LNG?

- ○ A koolstofdioxide
- ○ B stikstof
- ○ C waterstof
- ○ D zuurstof

3 Stap-voor-stap aanpak

Een examen maken lijkt veel op het maken van een toets. Het belangrijkste verschil is dat het examen langer duurt en over meer leerstof gaat. Daar komt bij dat er ook meer afwisseling in leerstof is. In één situatie kunnen onderwerpen uit vier of vijf verschillende hoofdstukken aan bod komen. Je moet daarom goed opletten om het overzicht te houden.

Het is handig om elke opdracht stap-voor-stap aan te pakken. Bijvoorbeeld zo:

Stap 1 Bekijk een opdracht eerst in grote lijnen.
Lees de tekst oriënterend: Waar gaat de opdracht over? Ben je al eerder iets vergelijkbaars tegengekomen? Waar gaan de deelopdrachten over? Zie je meteen over welke leerstof ze gaan?

Stap 2 Lees alle tekst die bij de opdracht hoort heel zorgvuldig.
Je kunt gemakkelijk dingen over het hoofd zien, als je alleen de deelopdracht goed leest. Lees dus ook alles wat daarvoor staat, en bekijk de afbeeldingen aandachtig.

Stap 3 Markeer de belangrijkste informatie.
- Gebruik kleur 1 voor het gebruikte opdrachtwerkwoord (als dat er is).
- Gebruik kleur 2 voor de grootheid waarover de opdracht gaat.
- Gebruik kleur 3 voor de gegevens: grootheid, getal én eenheid.

Let op: je gebruikt de kleuren 2 (grootheid) en 3 (gegevens) vooral bij opdrachten waarbij je iets moet berekenen, aantonen of bepalen. Bij veel andere opdrachten heb je deze kleuren niet nodig.

Bij opdracht 1a van de volgende examenopdrachten is het kleuren van de informatie al een keer voorgedaan.
kleur 1: groen – opdrachtwerkwoord
kleur 2: blauw – grootheid
kleur 3: geel – gegevens
Je kunt bij het markeren natuurlijk ook je eigen kleuren kiezen, maar zorg ervoor dat je steeds dezelfde kleur per soort gebruikt.

Stap 4 Bedenk over welk onderdeel van de leerstof de deelopdracht gaat.
Een examenopdracht gaat over leerstof die je eerder hebt gehad. Bedenk wat je al over de leerstof weet. In één van de negen examenhoofdstukken van *Nova* staat de informatie die je nodig hebt om de opdracht te maken. Die kun je dus opzoeken als je het niet meer weet.

Stap 5 Beslis hoe je de opdracht aanpakt.
Combineer alles wat je te weten bent gekomen. Kijk naar het opdrachtwerkwoord, bekijk wat er wordt gevraagd en ga na wat je over het onderwerp weet. Beslis daarna wat je gaat doen.

Stap 6 Werk de opdracht uit.
Noteer, vul in, omcirkel of kruis aan wat volgens jou het juiste antwoord is. Zorg ervoor dat het resultaat goed leesbaar is.

Stap 7 Controleer je antwoord.
Kijk nog een keer. Heb je alles juist ingevuld, aangekruist of omcirkeld? Is de berekening compleet? Staat de juiste eenheid achter het getal? Heb je een antwoord gegeven op de vraag? Enzovoort.

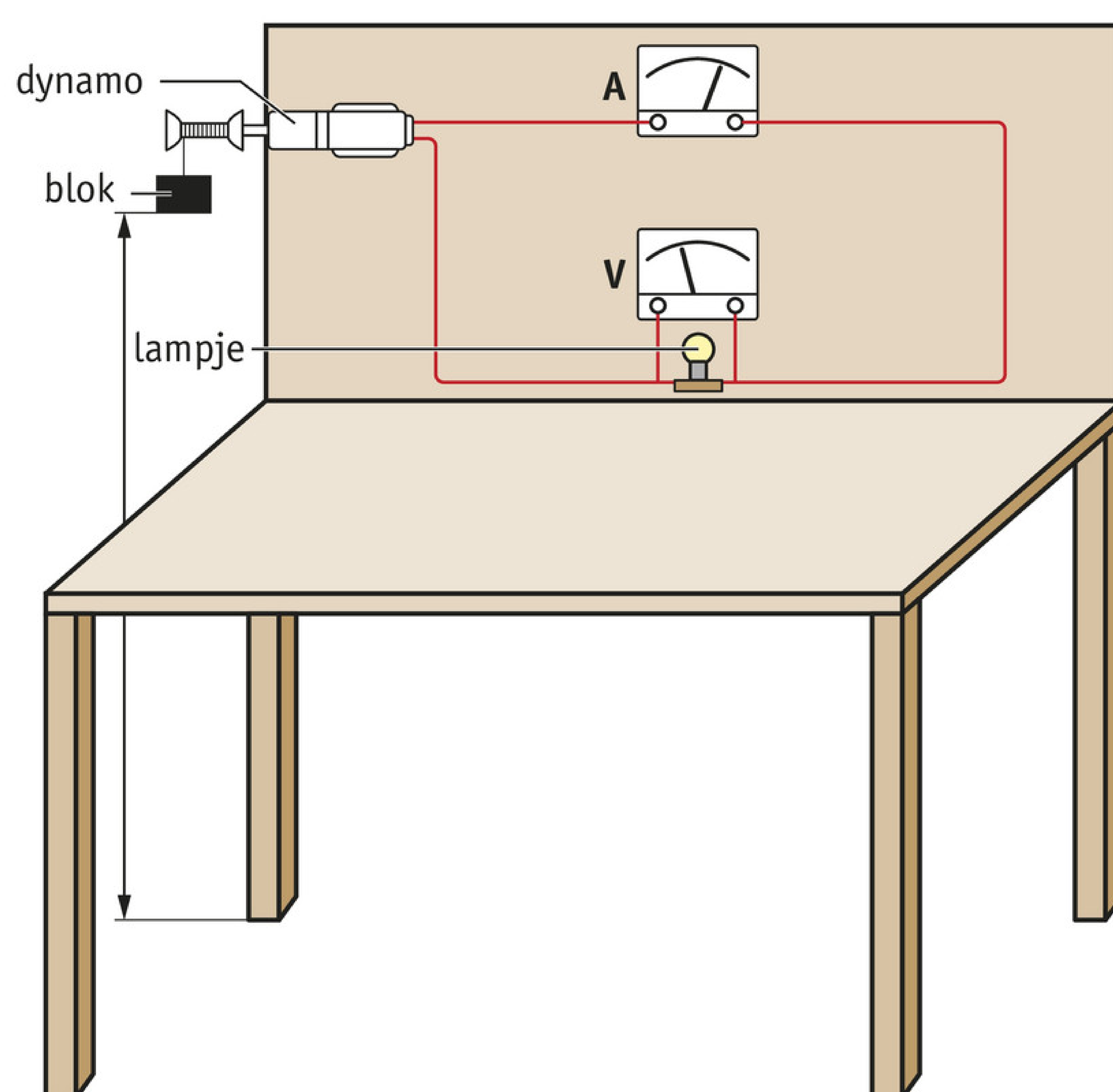
EXAMENOPDRACHTEN

TIP: Bekijk examenopdracht 1. Markeer bij deelopdracht b het opdrachtwerkwoord. Bij deelopdracht a is dit al voor gedaan.

Opdracht 1

naar: examen 2017 variant 2

Rendement van een dynamo
Natuurkundeleraar Akna doet een demonstratieproef waarbij het rendement van een dynamo wordt bepaald. Een blok valt met constante snelheid naar beneden en drijft daarbij de dynamo aan (afbeelding 1).



afbeelding 1 Opstelling van een dynamo.

TIP 1: Bekijk met welke kleur de grootheid is aangegeven die je moet berekenen. Met een derde kleur zijn de gegevens gemarkeerd die je voor de berekening nodig hebt.
TIP 2: Zoek in Binas de formule op die je nodig hebt.

2p **a** Het blok zakt naar de grond. Het vermogen dat het blokje aan de dynamo levert is 3 W. Akna berekent dat de dynamo 0,6 W opwekt.
Bereken het rendement van deze dynamo.

....

....

....

....

....

....

2p **b** Akna voert dezelfde proef uit, maar nu met een zwaarder blok. De dynamo gaat hierdoor sneller draaien. Met de klas bespreekt hij een aantal mogelijke resultaten.
Maak elke zin compleet.

De spanningsmeter geeft tijdens de val een *even grote* / *grotere* / *kleinere* aanwijzing.
Het lampje zal dan *even fel* / *feller* / *minder fel* en *even lang* / *korter* / *langer* branden.

TIP: Bekijk opdracht 2. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 2

naar: examen 2019 variant 2

Fietsen op het strand
Op het strand gebruiken fietsers extra brede banden (afbeelding 2).



afbeelding 2 Fietsers op het strand.

1p **a** Wat is het gevolg van extra brede banden?
Bij extra brede banden is
- ○ A de druk op het zand kleiner.
- ○ B de kracht op het zand kleiner.
- ○ C het contactoppervlak met het zand kleiner.

TIP 1: Markeer in een andere kleur de grootheid die je moet berekenen. Markeer ten slotte met een derde kleur de gegevens die je daarvoor nodig hebt.
TIP 2: Zoek in Binas de formule op die je nodig hebt.

2p **b** Een fietser heeft samen met zijn fiets een gewicht van 750 N. De druk onder de fietsbanden is 25 N/cm^2.
Bereken de grootte van het contactoppervlak.

....

....

....

....

....

....

....

TIP: Bekijk opdracht 3. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 3

naar: examen 2018 variant 2

IJzige auto
IJsbeeldhouwers hebben een auto op ware grootte uitgehakt uit één blok ijs (afbeelding 3).



afbeelding 3 IJssculptuur van een auto.

TIP: Een aanwijzing voor het omrekenen van kelvin naar graden Celsius vind je in Binas.

1p **a** Om een helder ijsblok te krijgen, wordt de auto gemaakt bij een temperatuur van 243 K.
Noteer deze temperatuur in graden Celsius.

De temperatuur is .... °C.

1p **b** Het ijsblok is gemaakt door water te bevriezen.
Maak elke zin compleet.

Als het water bevriest, neemt *de massa* / *het volume* toe.
Als het water bevriest, neemt de dichtheid *af* / *toe.*

TIP 1: Markeer in een andere kleur de grootheid die je moet berekenen. Markeer ten slotte met een derde kleur de gegevens die je daarvoor nodig hebt.
TIP 2: Zoek in Binas de formule op die je nodig hebt.

3p **c** Het ijsbeeld heeft een volume van 7,0 m^3.
De dichtheid van het ijs is 0,92 kg/dm^3.
Bereken de massa van het ijsbeeld.

....

....

....

....

....

....

....

4 Werken met Binas

Binas is een belangrijk hulpmiddel op het examen. Soms staat in een opdracht dat je Binas nodig hebt, zoals in de opdracht in afbeelding 1. Hoe je kWh moet omrekenen naar J vind je in Binas tabel 2 *Omrekenregels*. Je moet er wel zelf achter komen dat je in tabel 2 moet kijken. Dat staat niet in de opdracht.

Heteluchtkachels

Een camper kun je verwarmen met een heteluchtkachel op netspanning. De netspanning wordt geleverd via een elektriciteitskast op de camping.



De kachel levert op een dag 2,4 kWh.

Hoeveel is dat in joule? Gebruik de tabel 'Omrekenregels' in BINAS.

- ○ 0,67 kJ
- ○ 0,67 MJ
- ○ 8,6 kJ
- ○ 8,6 MJ

afbeelding 1 Een examenopdracht (examen 2019 variant 2).

Soms moet je zelf bedenken dat je een gegeven in Binas moet opzoeken. In afbeelding 2 staat een voorbeeld. Om het volume van een voorwerp te kunnen berekenen, heb je de dichtheid van aluminium nodig. Maar die dichtheid staat niet in het examen vermeld. Je kunt de dichtheid wel vinden in Binas tabel 15 *Gegevens van enkele vaste stoffen.* Daar moet je dan zelf opkomen.

Mierennest



Het afgietsel van het mierennest bestaat uit 6,75 kg aluminium.

Bereken het volume van het aluminium.

afbeelding 2 Een examenopdracht (examen 2019 variant 2).

Er zijn ook opdrachten waarbij Binas misschien niet nodig, maar wel heel handig is. Een voorbeeld zie je in afbeelding 3. Als je hoofdstuk 4 *Stoffen* goed hebt geleerd, kun je deze opdracht waarschijnlijk wel zonder Binas maken. Maar met Binas erbij gaat het gemakkelijker. In tabel 31 én tabel 39 staan alle gevarensymbolen, met een uitleg van hun betekenis.

Bio haard

Een bio haard geeft weinig warmte maar verhoogt de sfeer in een kamer.

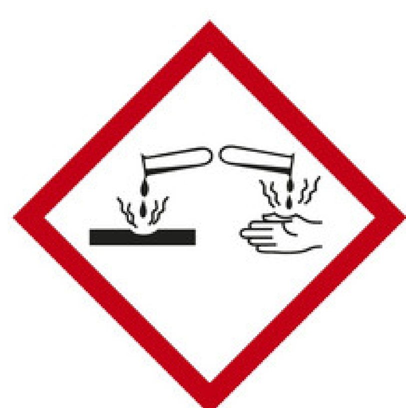
Deze bio haard gebruikt als brandstof bio-ethanol.

Dit is een ontvlambare vloeistof uit plantaardig materiaal.

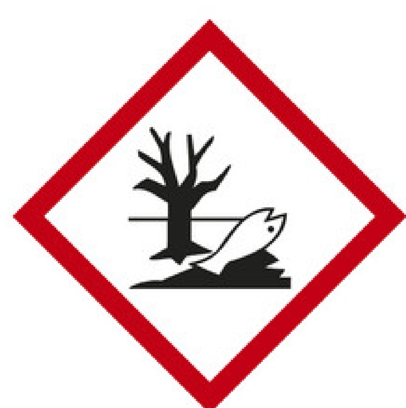




Welk pictogram moet in ieder geval op de fles bio-ethanol staan?

○ 

○ 

○ 

○ 

afbeelding 3 Een examenopdracht (examen 2018 variant 2).

Als je de weg weet in Binas, kan je dat op het examen heel wat punten opleveren. Veel opdrachten worden gemakkelijker als je Binas erbij pakt. Heb je een formule nodig? Kijk in de tabellen 7 tot en met 12. Moet je een schakelschema tekenen? Pak tabel 14 erbij. Gaat een opdracht over het rendement van een energieomzetting? Controleer je antwoord met tabel 18.

Op het examen heb je geen tijd om lang in Binas te zoeken. Je moet snel de juiste tabel kunnen vinden. Hoe vaker je Binas gebruikt, hoe gemakkelijker dat gaat. Dus: wees verstandig, gebruik Binas.

EXAMENOPDRACHTEN

TIP: Bekijk opdracht 1. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 1

naar: examen 2019 variant 1

Waterweg
Binnenvaartschepen vervoeren grote hoeveelheden lading over de Nederlandse rivieren (afbeelding 4).



afbeelding 4 Binnenvaartschip op een Nederlandse rivier.

TIP 1: Markeer in een andere kleur de grootheid die je moet berekenen. Markeer ten slotte met een derde kleur de gegevens die je daarvoor nodig hebt.
TIP 2: Zoek in Binas de formule op die je nodig hebt.
TIP 3: Bereken de dichtheid van de vloeistof. Gebruik daarna de dichtheid om de soort stof op te zoeken.

3p **a** Het schip vervoert een lading vloeistof met een massa van 960 ton. Het volume van deze lading is 1200 m^3.
Bereken de dichtheid van de lading die het schip vervoert en noteer de naam van de stof. Gebruik Binas tabel *Gegevens van enkele vloeistoffen*.
Pas de rekenregel: 1 ton/m^3 = 1 g/cm^3 toe.

....

....

....

....

....

....

TIP: In Binas kun je het verschil in dichtheid van zoet en zout water vinden.

1p **b** Het schip vaart van zoet water via een sluis naar zout water.
Maak elke zin compleet.

De dichtheid van zout water is *groter dan* / *kleiner dan* de dichtheid van zoet water.
Het schip ligt in zout water *dieper* / *minder diep* dan in zoet water.

TIP: Bekijk opdracht 2. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 2

naar: examen 2019 variant 1

Warmteverlies

Met een warmteverliesmeter kun je onderzoeken op welke plaatsen je huis geïsoleerd moet worden. Een lagere temperatuur dan de kamertemperatuur zie je als blauw weergegeven. Hoe donkerder de blauwe kleur is, hoe groter het warmteverlies op die plek (afbeelding 5).



afbeelding 5 Warmteverliesmeter.

TIP: Hoe kun je in Binas snel een tabel vinden?

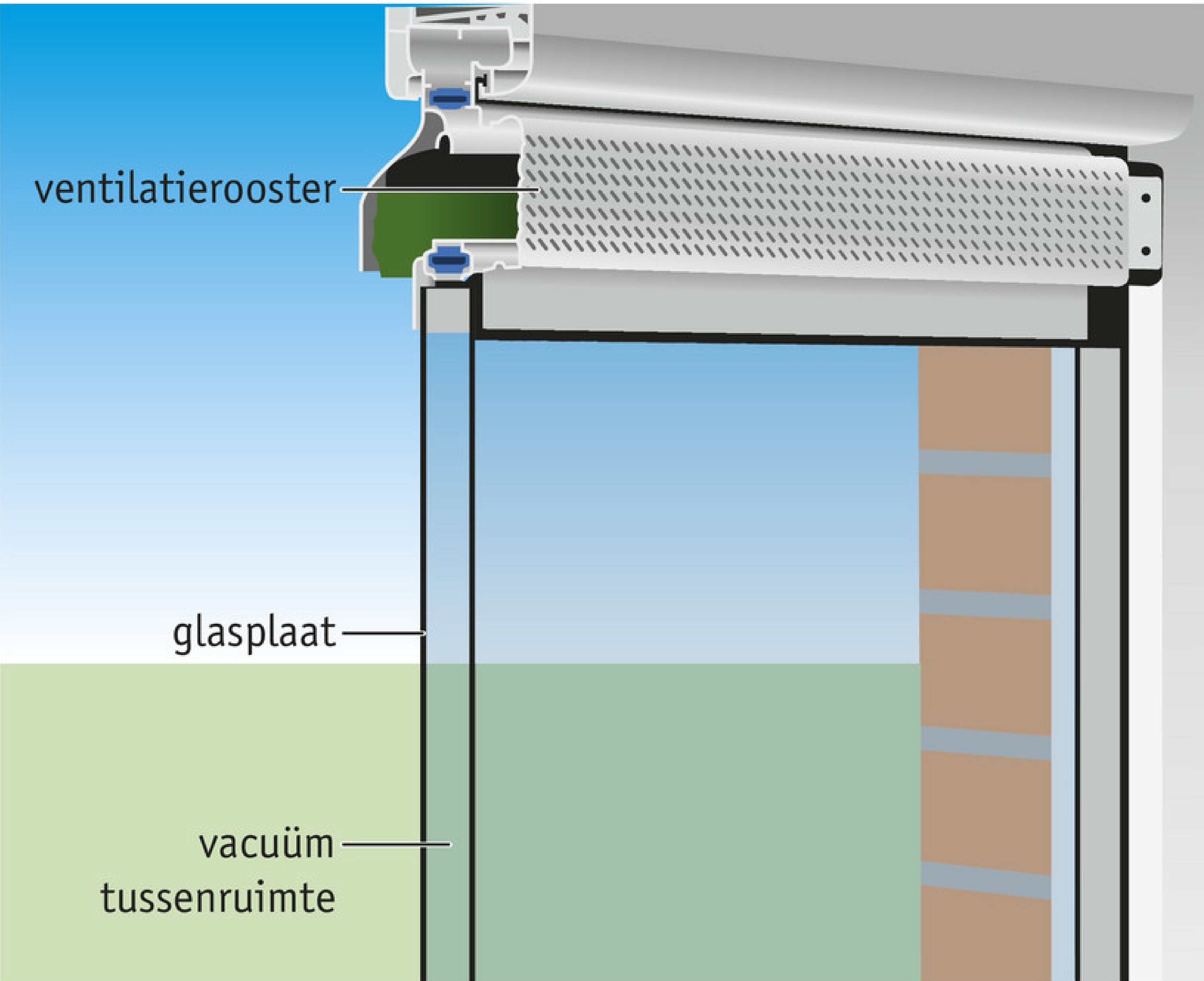
1p **a** Welk type steen geeft het meeste warmteverlies? Gebruik Binas tabel *Isolatiewaarden van bouwelementen*.

....

2p **b** Bij een raam verdwijnt er vanuit een verwarmde kamer warmte naar buiten. In afbeelding 6 zie je drie onderdelen van een raam.
Geef in tabel 1 in elke rij aan, van welke belangrijkste vorm van warmtetransport daar sprake is.

tabel 1 Wat is de belangrijkste vorm van warmtetransport?

	geleiding	straling	stroming
door het ventilatierooster	○	○	○
door de vacuüm tussenruimte	○	○	○
door de glasplaat	○	○	○



afbeelding 6 Doorsnede van een raam.

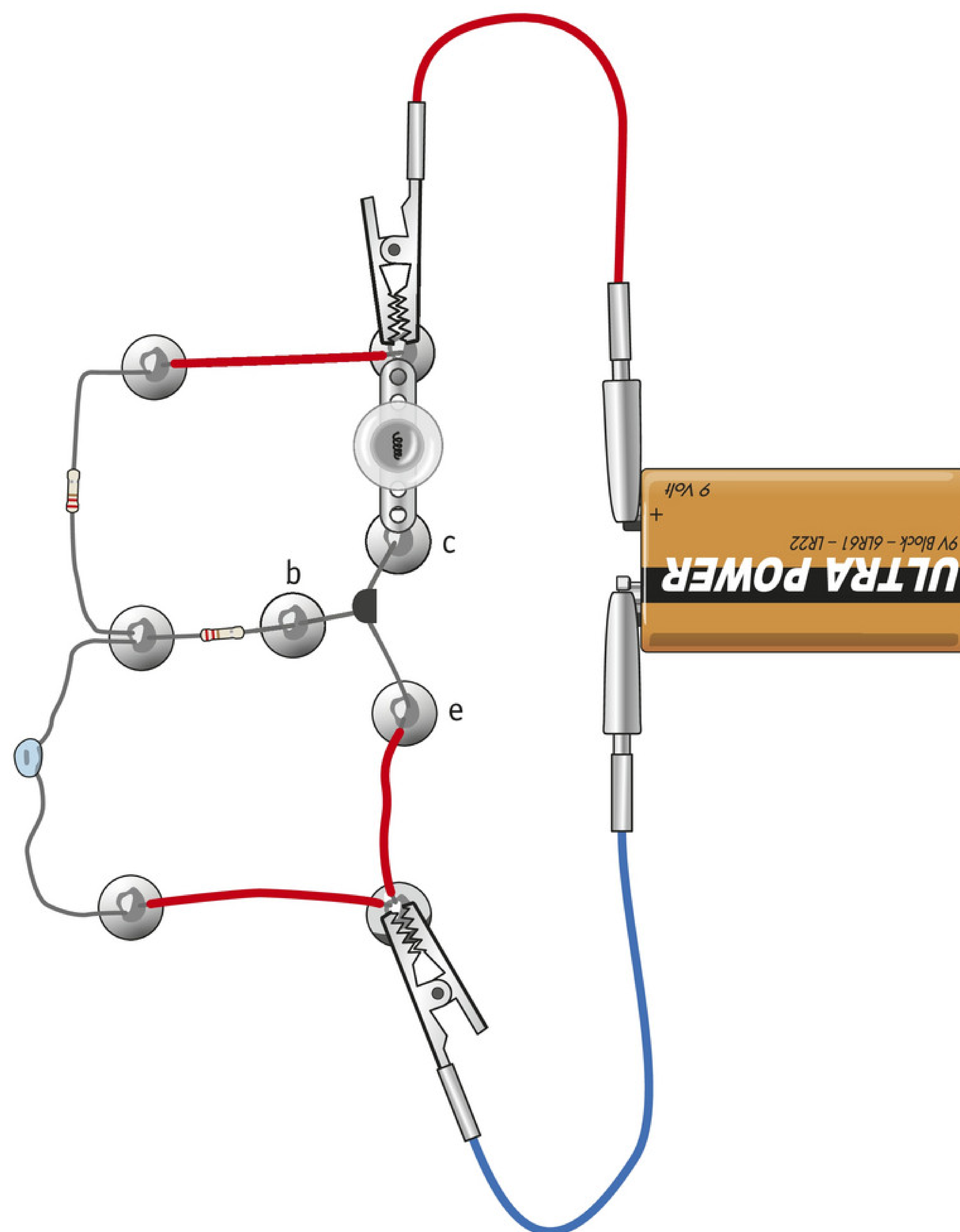
TIP: Bekijk opdracht 3. Markeer bij elke deelopdracht het opdrachtwerkwoord, als dat er is.

Opdracht 3

naar: examen 2018 variant 2

Schakeling bouwen

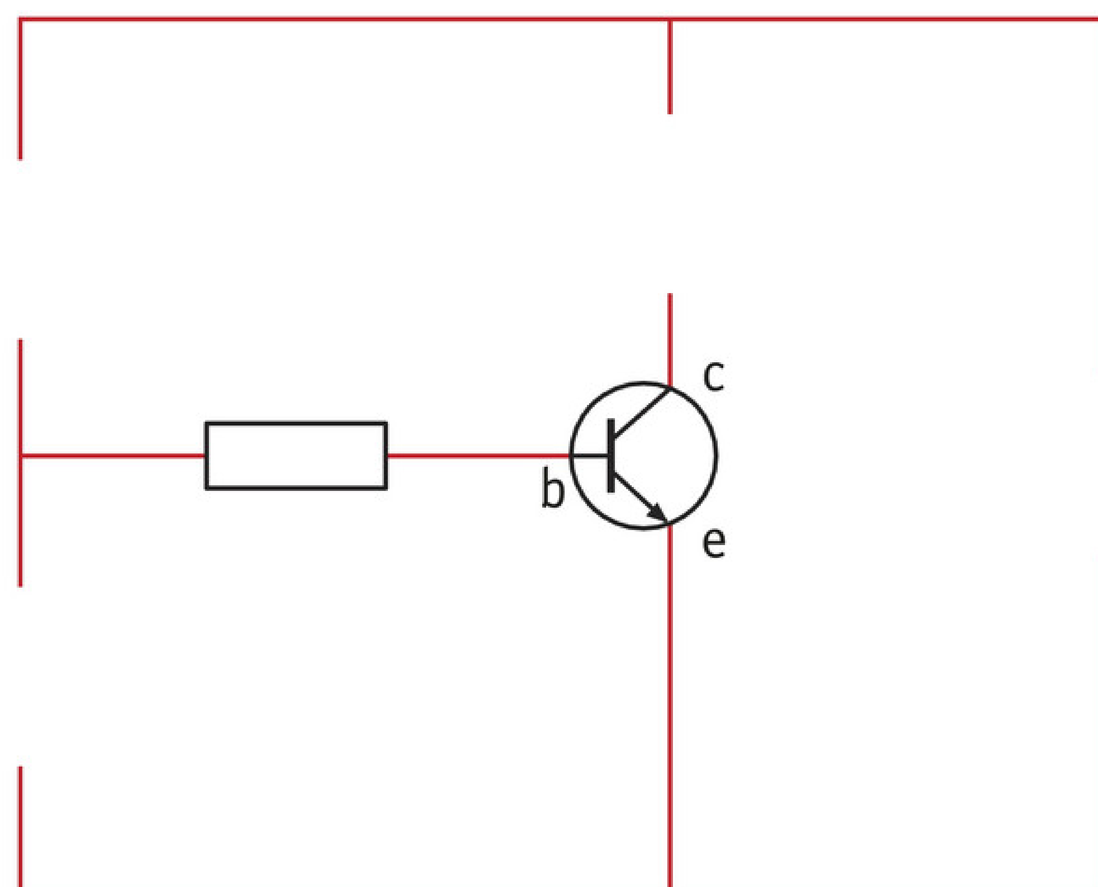
Jan bouwt een schakeling die reageert op temperatuur (afbeelding 7). Als de temperatuur beneden een bepaalde waarde komt, gaat de lamp aan.



afbeelding 7 Opstelling van de schakeling van Jan.

TIP 1: Maak op een kladblaadje eerst een lijst van de schakelonderdelen die je ziet in de afbeelding.
TIP 2: Zoek in Binas de betekenis van de symbolen op als je ze niet meer weet.

2p **a** Je ziet een deel van het schema van deze schakeling in afbeelding 8.
Maak het schema van de schakeling compleet.



afbeelding 8 Een deel van het schakelschema.

TIP: Bedenk wat de functie van een transistor in een schakeling is.

1p **b** Over de werking van deze schakeling staan drie zinnen.
Maak de eerste en de derde zin compleet.

Is de lamp aan, dan loopt er een stroom van
emitter naar basis / *collector naar emitter* / *emitter naar collector*.
Er loopt dan voldoende stroom naar de basis van de transistor.
Dit gebeurt als de weerstand van de NTC *groot* / *klein* is.

PRAKTISCHE OPDRACHT: OPZOEKEN IN BINAS

25 minuten

Nodig

- ☐ Binas informatieboek KGT 2e editie
- ☐ post-its (gele plakpapiertjes)

Uitvoering

In Binas staan 45 tabellen.
Voor deze praktische opdracht gebruik je alleen de tabellen 1 tot en met 32 en de tabellen 43 en 44.

- Bedenk een vraag over de gegevens die in deze tabellen staan.
- Blader hiervoor door Binas.
- Bedenk dan een vraag bij een tabel.

Een voorbeeld van een vraag bij tabel 15 is:
Hoe groot is de smeltwarmte van lood?

1 Noteer in kolom 2 van tabel 1 de vraag die je hebt bedacht. De voorbeeldvraag staat al in tabel 1.

2 Noteer in kolom 3 van tabel 1 het antwoord op de vraag.

3 Noteer in kolom 4 van tabel 1 het nummer van de Binas-tabel die je hebt gebruikt.

- Bedenk nu nog veertien vragen over de gegevens in Binas.
- Je mag over alles wat in de tabellen staat vragen stellen.
- Maak de vragen niet te gemakkelijk.
- Bedenk vragen bij vijftien verschillende tabellen.

4 Noteer de vijftien vragen. Denk er ook steeds aan het antwoord en het tabelnummer te noteren.

tabel 1 Vragen bedenken.

	vraag	antwoord	tabelnummer
	Hoe groot is de smeltwarmte van lood?	25 J/g	15
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

- Je hebt nu vijftien vragen genoteerd over gegevens in Binas.
- Dek de kolommen 3 en 4 van tabel 1 af, bijvoorbeeld met post-its.
- Ruil met een medeleerling van boek.
- Noteer je vragen zonder de antwoorden in zijn of haar boek in tabel 2.
- Laat je medeleerling zijn of haar vragen noteren in jouw boek in tabel 2.
- Verwissel de boeken, zodat ieder weer zijn eigen boek heeft.

5 Beantwoord de vijftien vragen van je medeleerling in tabel 2. Zoek de antwoorden op in Binas. Noteer ook het nummer van de tabel waar je het antwoord hebt gevonden.

tabel 2 Opzoeken in Binas.

	vraag	antwoord	tabelnummer	goed / fout
1				*GOED / FOUT*
2				*GOED / FOUT*
3				*GOED / FOUT*
4				*GOED / FOUT*
5				*GOED / FOUT*
6				*GOED / FOUT*
7				*GOED / FOUT*
8				*GOED / FOUT*
9				*GOED / FOUT*
10				*GOED / FOUT*
11				*GOED / FOUT*
12				*GOED / FOUT*
13				*GOED / FOUT*
14				*GOED / FOUT*
15				*GOED / FOUT*

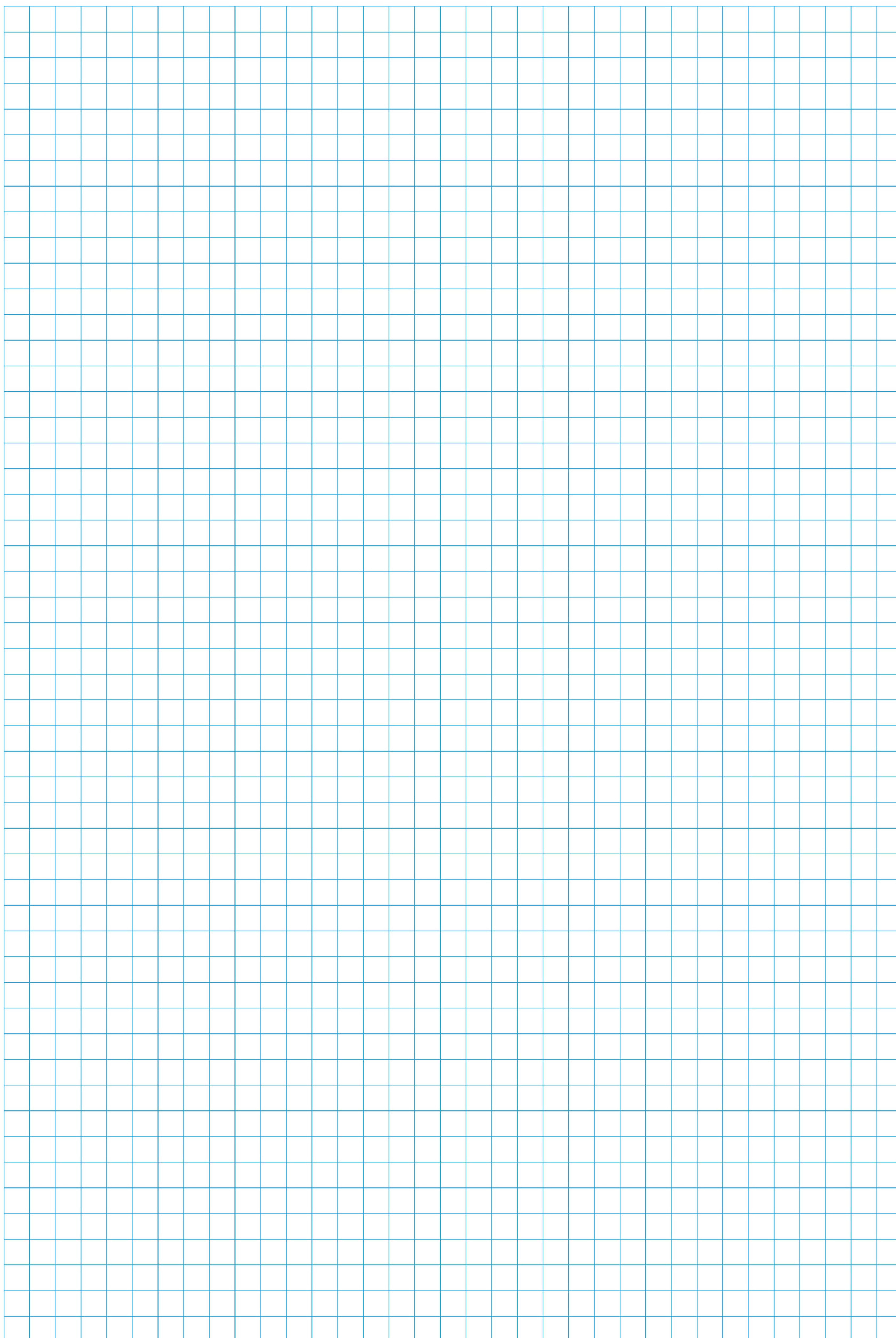
- Leg het boek van je medeleerling naast je eigen boek.

6 Controleer je antwoorden in tabel 2 met behulp van tabel 1 in het boek van je medeleerling. Geef in de laatste kolom van tabel 2 aan of je antwoord goed of fout was.

7 Hoeveel vragen had je goed?

....

- Ruim alles netjes op.



Vaardigheden

WERKEN MET GEGEVENS
Bij het vak natuur- en scheikunde gaat het niet alleen om kennis (wat je weet), maar ook om vaardigheden (wat je kunt). Belangrijke vaardigheden zijn proeven doen, metingen uitvoeren, berekeningen maken, grafieken tekenen en verbanden herkennen. In dit onderdeel van de methode leer je daar meer over.



1 Een onderzoek doen

Door een onderzoek te doen, kun je meer te weten komen over een verschijnsel uit de natuurkunde of scheikunde. Bij zo'n onderzoek ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bedenk een onderzoeksvraag.**
Soms staat de onderzoeksvraag al in de opdracht vermeld. Dan kun je die gewoon overnemen. Soms mag je zelf een onderzoeksvraag bedenken. Wees daarbij niet te gauw tevreden. Kies een vraag waarbij je zelf al een idee hebt hoe je aan het antwoord kunt komen. Stel die vraag zó dat iedereen de vraag kan begrijpen.

VOORBEELD
Jermaine heeft als onderzoeksvraag gekozen:
Welk deel van de energie van een stuiterende bal gaat tijdens het stuiteren verloren?

Jermaine wil de zwaarte-energie van de bal berekenen, voor en na het stuiteren. Hij weet dat hij de beweging van de bal kan vastleggen met een videocamera.
Hij heeft bedacht dat hij een meetlat op de achtergrond mee kan filmen. Zo kan hij de beginhoogte en de terugstuithoogte nauwkeurig bepalen. Verder heeft hij ook de massa van de bal nodig. Die kan hij eenvoudig meten met een weegschaal of een balans.

Stap 2 **Maak een werkplan.**
In je werkplan (afbeelding 1) moet je de volgende vragen beantwoorden:
- Welke materialen en apparatuur heb je nodig?
- Welke opstelling ga je bouwen (maak een tekening)?
- Welke grootheden ga je meten?
- Hoe ga je je meetresultaten verwerken:
  - Welke formules heb je nodig?
  - Maak je een tabel?
  - Maak je ook een grafiek?

Stap 3 **Voer metingen uit.**
Je bouwt nu je opstelling en voert de metingen uit. Schrijf al je metingen geordend op, bijvoorbeeld in een tabel. Zie de vaardigheden 4 *Werken met meetinstrumenten* en 8 *Werken met tabellen en grafieken*.

Stap 4 **Verwerk de gegevens.**
Gebruik nu de formule(s) die je nodig hebt en maak daarmee de berekeningen om je antwoord te vinden. Soms kun je je meetresultaten in een grafiek weergeven. Zie de vaardigheden 8 *Werken met tabellen en grafieken* en 9 *Verbanden meten*.

Stap 5 **Trek conclusies.**
Als alles goed is gegaan, kun je nu conclusies trekken. Geef een antwoord op je onderzoeksvraag. Vraag je ook af of er in je metingen onnauwkeurigheden kunnen zitten, waardoor je misschien een verkeerd antwoord op de onderzoeksvraag hebt gegeven. Zou je die onnauwkeurigheden kunnen verkleinen?

Stap 6 **Maak een onderzoeksverslag.**
Tot slot maak je van je onderzoek een onderzoeksverslag. Zie vaardigheid 10 *Een onderzoeksverslag maken*.

WERKPLAN **Jermaine Verrips**
Onderzoek: meten welk deel van de energie verloren gaat bij het stuiteren van een bal

Meten

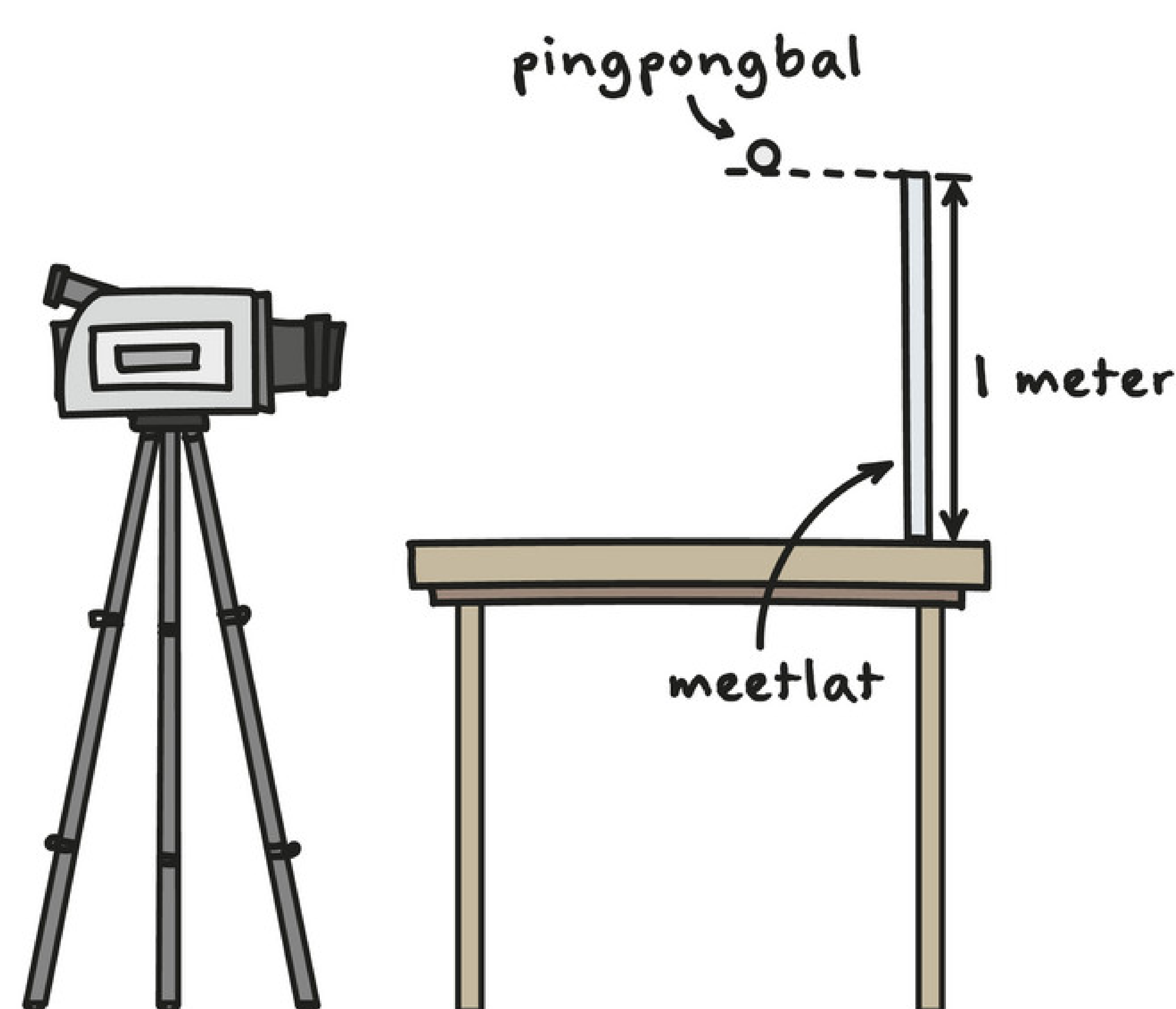
Ik wil de volgende grootheden meten:
- de hoogte *h* van de bal, voor en na het stuiteren;
- de massa *m* van de bal.

Materialen en apparatuur

Ik heb nodig:
- pingpongbal
- meetlat
- videocamera op driepoot
- computer
- weegschaal

Opstelling

Dit is de opstelling die ik ga maken:



Ik laat het balletje een paar keer stuiteren en maak ondertussen opnames met de videocamera. Ik bekijk daarna de video-opnames op de computer.

Ik bepaal de beginhoogte en de terugstuithoogte met behulp van de meetlat achter het balletje. Ik bepaal de massa van het balletje met de weegschaal.

Formules

Ik gebruik de formule $E_z = m \cdot g \cdot h$ om de zwaarte-energie te berekenen voor en na het stuiteren.

afbeelding 1 Jermaines werkplan.

2 Schakelingen bouwen

Bij sommige proeven bouw je een schakeling aan de hand van een schakelschema. In zo'n schakelschema staan verschillende schakelsymbolen. In *BINAS* tabel 14 *Elektrotechnische symbolen* vind je een overzicht van de symbolen met hun betekenis.

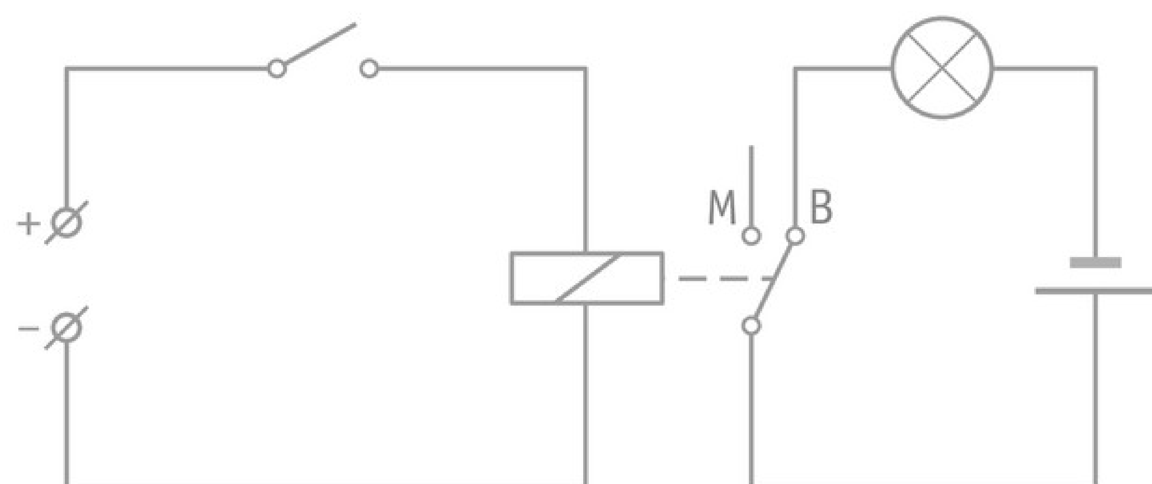
Je kunt een schakeling het best stap voor stap opbouwen. In afbeelding 2 zie je hoe je daarbij te werk kunt gaan.

- Maak eerst de stroomkring met het voedingskastje en het relais. Begin bij de pluspool van het voedingskastje. Maak met een snoer een verbinding met de schakelaar. Maak daarna een verbinding tussen de schakelaar en het relais. Je eindigt met een snoer van het relais naar de minpool van het voedingskastje.

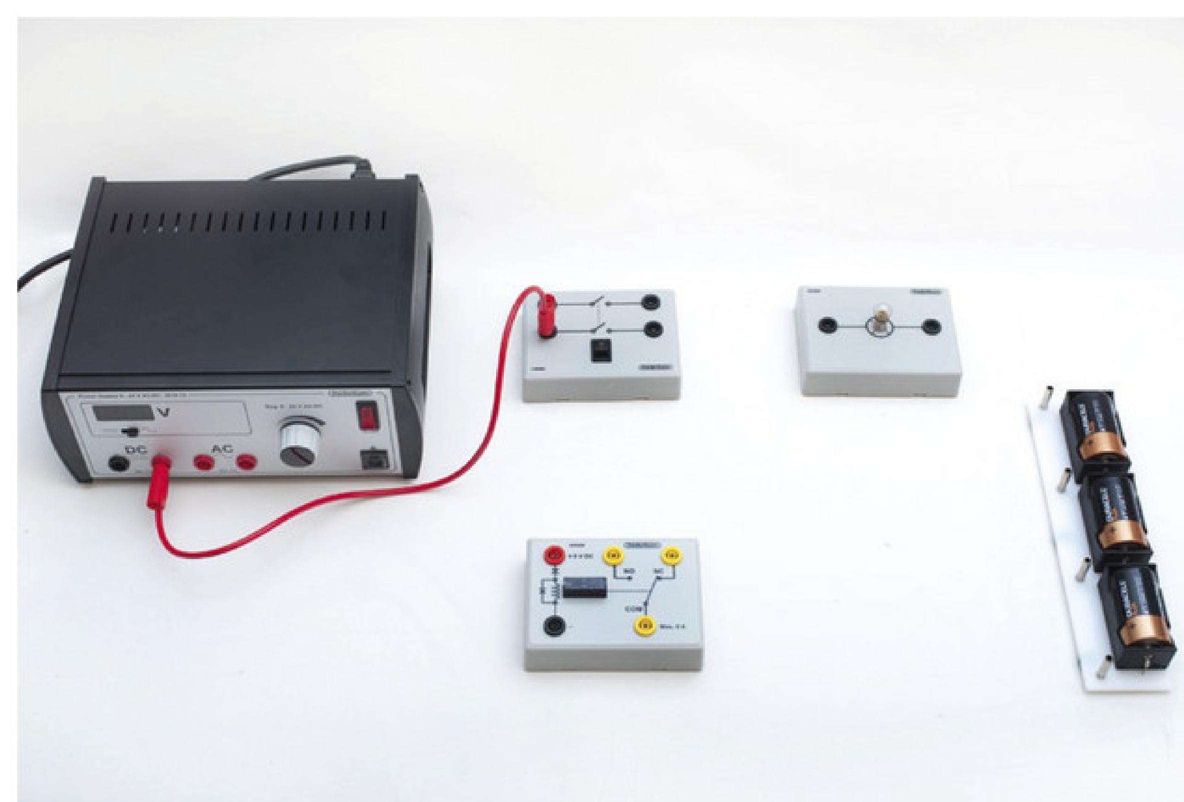
- Maak daarna de tweede stroomkring, met de batterij en het lampje. Begin bij de pluspool van de batterij. Werk ook nu weer stap voor stap, tot je weer terug bent bij de minpool van de batterij.

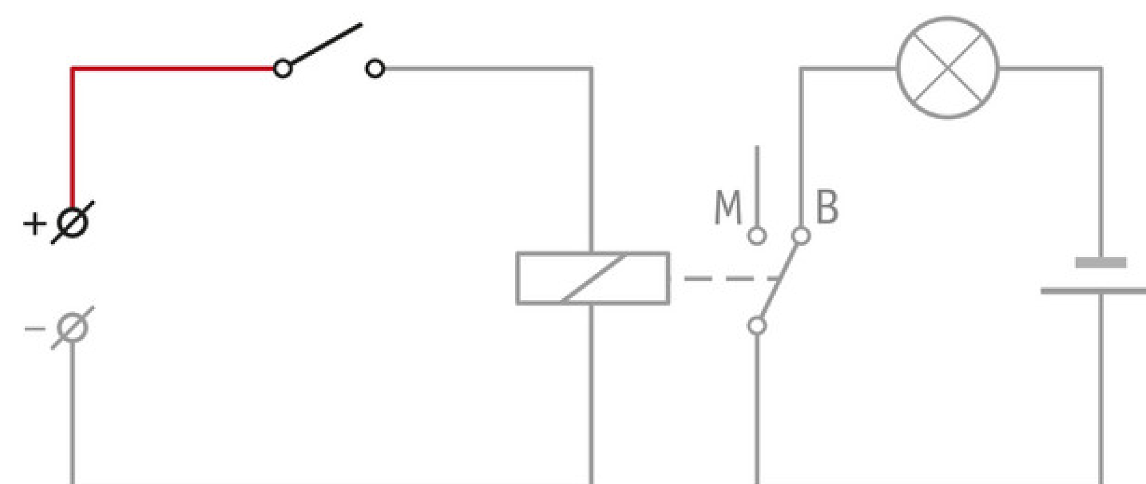
- Controleer nog één keer of je schakeling klopt met het schakelschema, voordat je verdergaat met de proef.



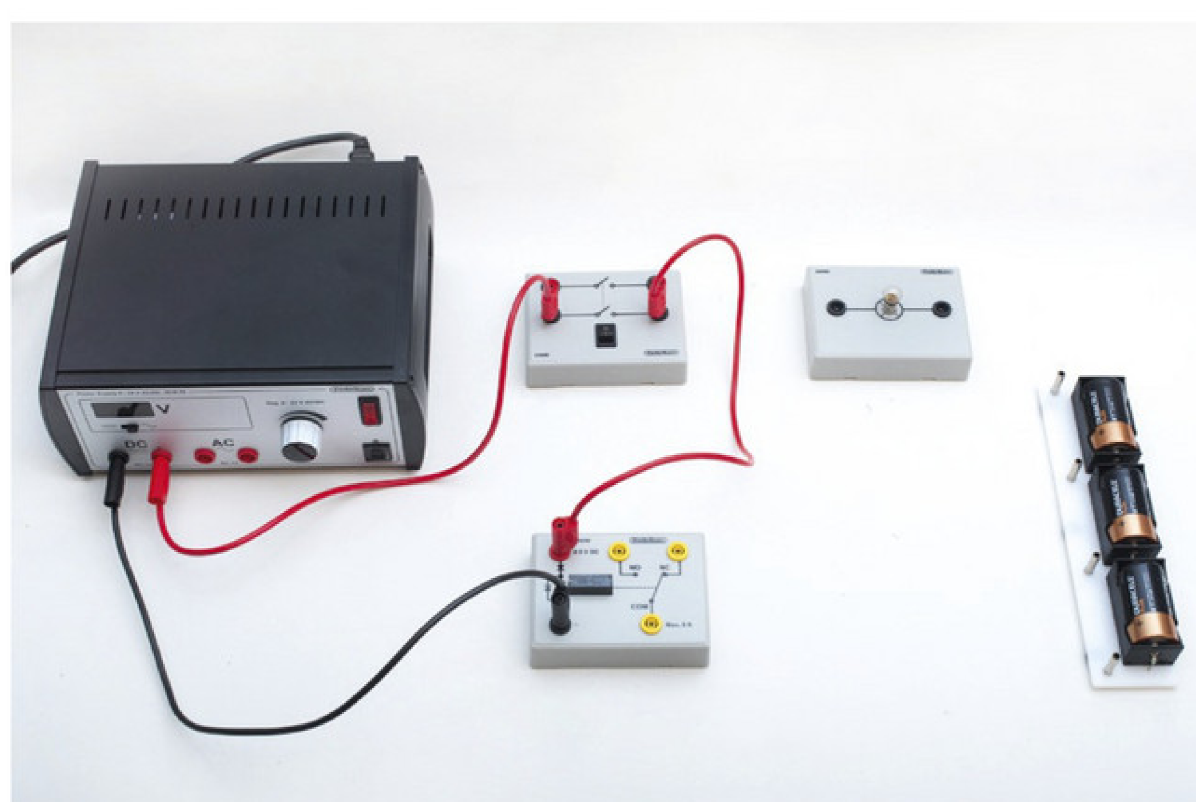


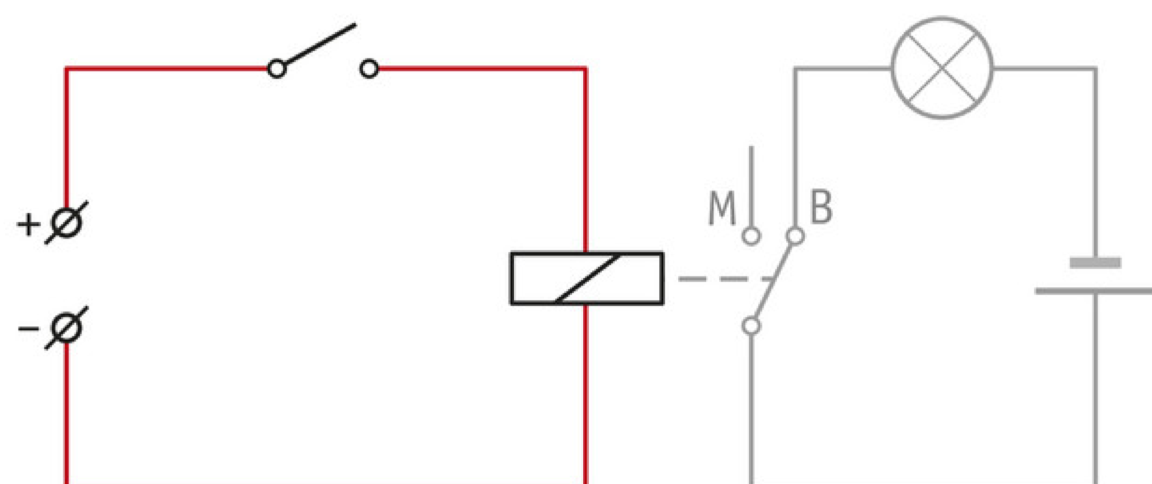
1 Verzamel de verschillende onderdelen.



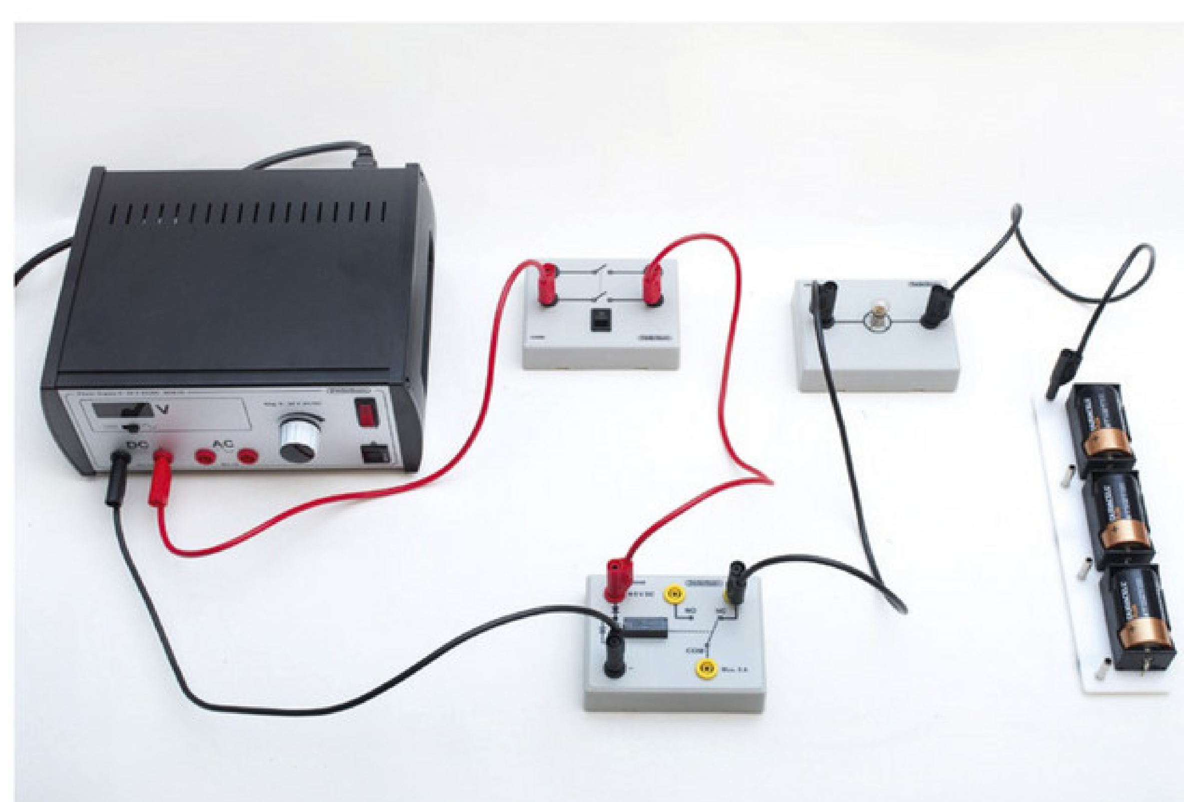


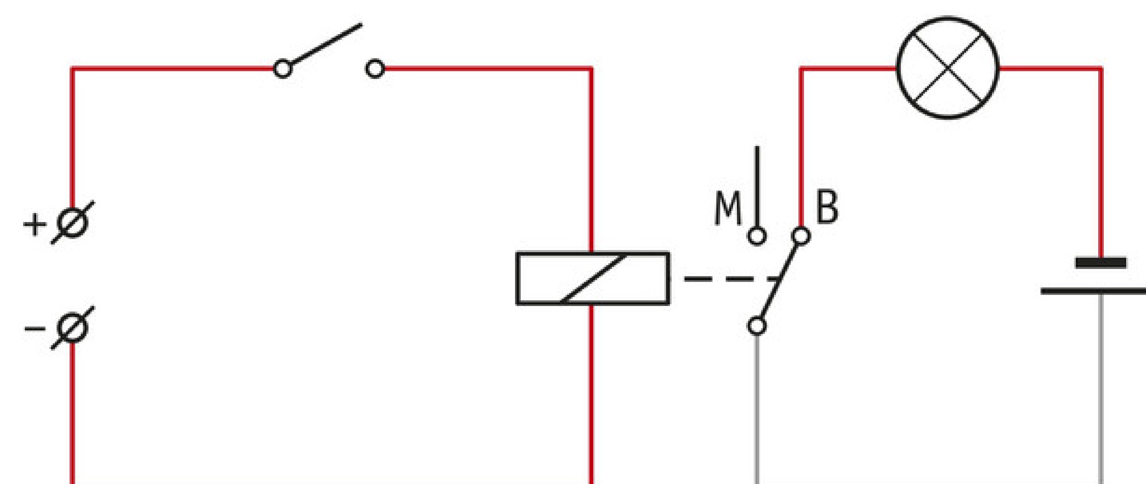
2 Begin aan de pluskant van het voedingskastje.





3 Maak de eerste stroomkring af.





4 Bouw daarna de tweede stroomkring.

afbeelding 2 Een schakeling bouwen.

3 Werken met elektronicaweerstanden

Elektronicaweerstanden hebben een kleurcode. Daarmee kun je hun weerstand bepalen. Deze kleurcode bestaat uit vier of vijf gekleurde ringen. Je kunt in *BINAS* tabel 13 *Kleurcodes van weerstanden* opzoeken wat de kleuren betekenen.

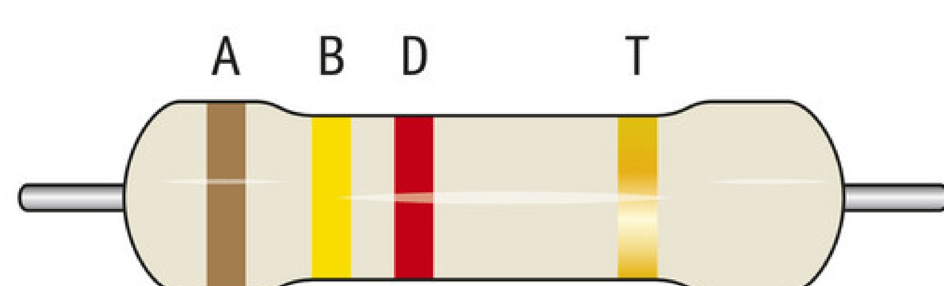
Weerstanden met vier ringen
De meeste weerstanden hebben vier ringen, bijvoorbeeld: bruin – geel – rood – goud (afbeelding 3). De laatste ring staat iets los van de andere drie. In Binas hebben deze ringen de letters A, B, D en T.

- De eerste ring A geeft je het eerste cijfer van de weerstandswaarde.
  In het voorbeeld: bruin staat voor het cijfer 1.

- De tweede ring B geeft je het tweede cijfer van de weerstandswaarde.
  In het voorbeeld: geel staat voor het cijfer 4.

- De derde ring D geeft aan hoeveel nullen je achter de eerste twee cijfers moet zetten.
  In het voorbeeld: rood betekent dat je twee nullen moet toevoegen.
  De waarde van de weerstand is dus 1400 Ω.

- De vierde ring T geeft aan hoe nauwkeurig de weerstand is gemaakt. Dit noem je de tolerantie. Goud staat voor een tolerantie van ± 5%. Dat wil zeggen dat de weerstand hoogstens 5% mag afwijken van de aangegeven waarde.

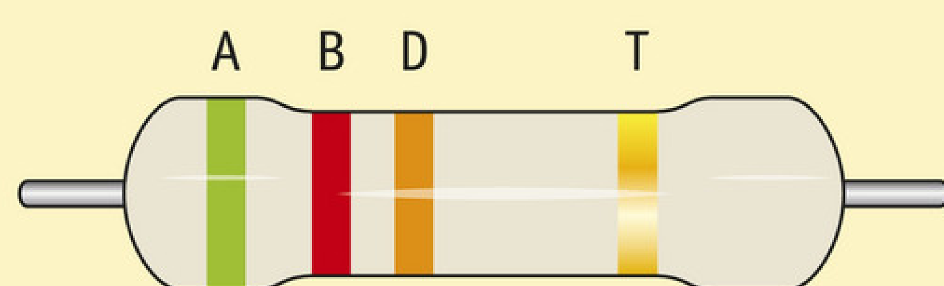


afbeelding 3 Een weerstand met vier ringen.

VOORBEELDOPDRACHT 1
Bepaal de waarde van de weerstand in afbeelding 4.

Uitwerking
- Ring A is groen. Het eerste cijfer is dus: 5
- Ring B is rood. Het tweede cijfer is dus: 2
- Ring D is oranje. Je moet dus drie nullen toevoegen.
- Ring T is goud. De tolerantie is: ± 5%

De weerstandswaarde is: 52 000 Ω = 52 kΩ ± 5%



afbeelding 4 Een weerstand met vier ringen.

Weerstanden met vijf ringen
Er zijn ook weerstanden met vijf ringen, bijvoorbeeld:
oranje – groen – blauw – zwart – rood. In Binas hebben deze ringen de letters A, B, C, D en T. De ring C levert een extra, derde cijfer op. Verder gaat het bepalen van de weerstand net zoals bij een weerstand met vier ringen.

- De eerste ring A geeft je het eerste cijfer van de weerstandswaarde.
  In het voorbeeld: oranje staat voor het cijfer 3.

- De tweede ring B geeft je het tweede cijfer van de weerstandswaarde.
  In het voorbeeld: groen staat voor het cijfer 5.

- De derde ring C geeft je het derde cijfer van de weerstandswaarde.
  In het voorbeeld: blauw staat voor het cijfer 6.

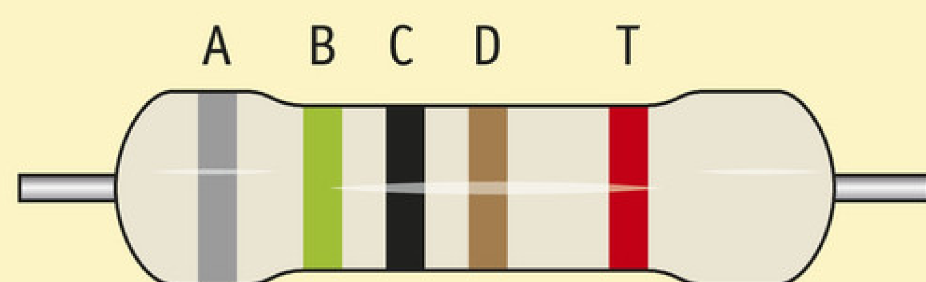
- De vierde ring D geeft aan hoeveel nullen je achter de eerste drie cijfers moet zetten.
  In het voorbeeld: zwart betekent dat je geen (0) nullen hoeft toe te voegen.
  De waarde van de weerstand is dus 356 Ω.

- De vijfde ring T geeft je de tolerantie. Rood staat voor een tolerantie van ± 2%. Dat wil zeggen dat de weerstand hoogstens 2% mag afwijken van de aangegeven waarde.

VOORBEELDOPDRACHT 2
Bepaal de waarde van de weerstand in afbeelding 5.

Uitwerking
- Ring A is grijs. Het eerste cijfer is: 8
- Ring B is groen. Het tweede cijfer is: 5
- Ring C is zwart. Het derde cijfer is: 0
- Ring D is bruin. Je moet één nul toevoegen.
- Ring T is rood. De tolerantie is: 2%

De weerstandswaarde is: 8500 Ω = 8,5 kΩ ± 2%



afbeelding 5 Een weerstand met vijf ringen.

4 Werken met meetinstrumenten

Bij het vak natuur- en scheikunde werk je met allerlei meetinstrumenten. Om een goede meting uit te kunnen voeren, ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bepaal welk(e) meetinstrument(en) je nodig hebt.**
Bij een onderzoek wil je een vraag beantwoorden, zoals:
Hoe groot is de weerstand van de motor van een ventilator?

Je weet dat je de weerstand kunt bepalen met de formule: $R = \frac{U}{I}$

Dat betekent dat je de spanning (U) en de stroomsterkte (I) moet meten.
Je hebt dus twee meetinstrumenten nodig: een spanningsmeter en een stroommeter.

Stap 2 **Sluit het meetinstrument aan.**
Een stroom- en een spanningsmeter moet je correct aansluiten: een stroommeter in serie met het apparaat, een spanningsmeter parallel aan het apparaat (afbeelding 6). Bij gelijkstroom en gelijkspanning is ook de stroomrichting van belang. Je moet de pluskant van de meter verbinden met de pluspool van de spanningsbron, en de minkant met de minpool. Meestal is de pluskant een rood contact, en de minkant een zwart contact.



afbeelding 6 Zo meet je de stroom door de motor van een ventilator: de stroommeter staat in serie met het apparaat.

Stap 3 **Kies het juiste meetbereik.**
Stroom- en spanningsmeters hebben elk drie meetbereiken. Je vindt het meetbereik dat je moet gebruiken op de volgende manier:

- Doe een proefmeting met het grootste meetbereik.
- Kijk hoe groot de stroomsterkte of de spanning ongeveer is.
- Kies het kleinste meetbereik waarbij je de meter nog kunt aflezen.

Hoe kleiner het gebruikte meetbereik, des te nauwkeuriger is het meetresultaat.

Stap 4 **Lees het meetinstrument af.**
Analoge meetinstrumenten hebben een schaalverdeling. Bij het aflezen van zo'n meetinstrument bepaal je eerst hoeveel elk streepje waard is. Daarna lees je de meetwaarde zo nauwkeurig mogelijk af.

VOORBEELDOPDRACHT 3

Frank heeft de stroommeter van afbeelding 6 aangesloten op het meetbereik van 0 – 0,5 A.
Hoe groot is de stroomsterkte die de stroommeter aangeeft?

Uitwerking

- De schaalverdeling loopt van 0 tot 5.
- Je ziet 1, 2, enzovoort, maar door de keuze van het meetbereik betekenen deze cijfers 0,1 A, 0,2 A, enzovoort.
- De wijzer staat dus tussen 0,2 en 0,3 A.
- Tussen 0,2 en 0,3 A zijn tien tussenruimten.
- Elk streepje is dus $\frac{0{,}1}{10}$ = 0,01 A waard.
- De wijzer staat op het zevende streepje (afbeelding 7).

De stroomsterkte is dus 0,27 A.



afbeelding 7 Hoe groot is de stroomsterkte?

5 Werken met formules

Bij het vak natuur- en scheikunde maak je af en toe berekeningen. Het volgende stappenplan is een goede aanpak:

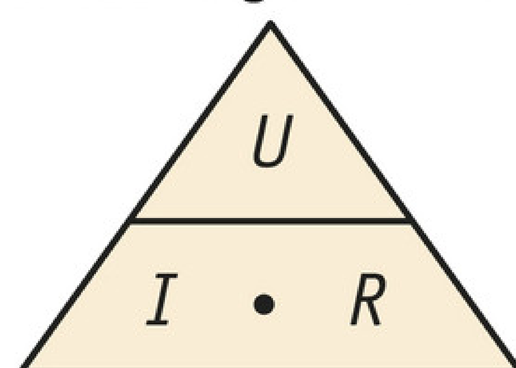
Stap 1 **Lees de opdracht.**
Lees de opdracht en schat in welke buurt de uitkomst zal liggen. Stel dat je moet uitrekenen hoe groot de massa van een leerling is. Dan voel je wel aan dat de uitkomst ergens moet uitkomen tussen 40 en 80 kg.

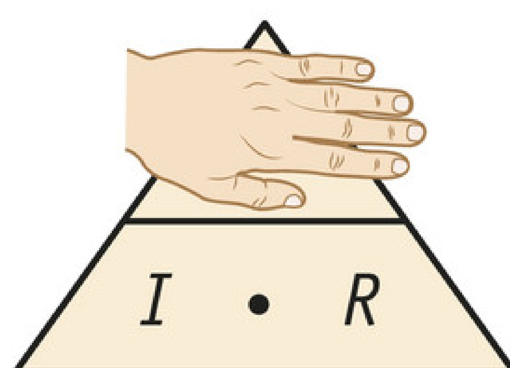
Stap 2 **Noteer de gegevens.**
Schrijf de grootheid op en schrijf de waarde erachter. Vergeet de eenheid niet.
Soms is het handig een eenheid alvast om te rekenen (zoals bij de stroomsterkte in voorbeeldopdracht 4).

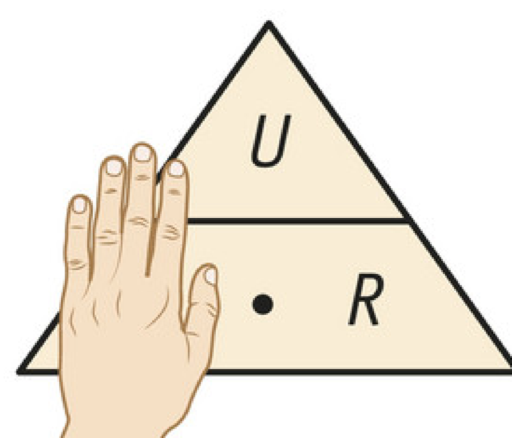
Stap 3 **Noteer wat wordt gevraagd.**
Schrijf de gevraagde grootheid op en schrijf er een vraagteken achter.

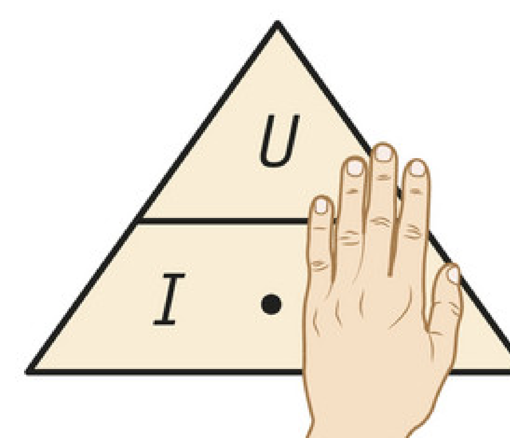
Stap 4 **Schrijf de formule op.**
Formules zoals $R = \frac{U}{I}$ kun je op verschillende manieren opschrijven (afbeelding 8). Neem de vorm waarin de gevraagde grootheid voor het is-teken (=) staat.

afbeelding 8 Een formule omwerken.









Zo vind je de drie vormen van deze formule.

De eerste vorm: $U = I \cdot R$

De tweede vorm: $I = \frac{U}{R}$

en de derde vorm: $R = \frac{U}{I}$

Stap 5 **Vul de gegevens in.**

Stap 6 **Werk de berekening uit.**

Stap 7 **Noteer de uitkomst.**
De uitkomst is een getal + een eenheid. Geef in je uitkomst ook aan welke grootheid je hebt uitgerekend.
Schrijf dus niet alleen maar: 80 Ω, maar: R = 80 Ω of: de weerstand = 80 Ω.

Stap 8 **Controleer de uitkomst.**
Vergelijk de uitkomst met de schatting die je in het begin maakte. Ga ook na of je geen reken- of overschrijffouten hebt gemaakt en of je de juiste eenheid achter het getal hebt gezet.

VOORBEELDOPDRACHT 4

Door een weerstand van 280 Ω loopt een stroom van 25 mA.
Bereken de spanning over de weerstand.

gegevens $I = 25\ \text{mA} = 0{,}025\ \text{A}$
$R = 280\ \Omega$

gevraagd $U = ?\ \text{V}$

uitwerking $U = I \cdot R = 0{,}025 \times 280 = 7\ \text{V}$

Er zijn ook ingewikkelder formules, die je niet even snel kunt omwerken. In voorbeeldopdracht 5 zie je een berekening waarin zo'n formule wordt gebruikt. Let vooral op de manier waarop de berekening wordt uitgewerkt.

VOORBEELDOPDRACHT 5

Een auto van 1100 kg heeft op een gegeven moment een kinetische energie van 459 kJ.
Bereken de snelheid van de auto.

gegevens $E_k = 495\ \text{kJ} = 4{,}95 \cdot 10^5\ \text{J}$
$m = 1100\ \text{kg}$

gevraagd $v = ?\ \text{m/s}$

uitwerking $E_k = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$

$4{,}95 \cdot 10^5 = 0{,}5 \cdot 1100 \cdot v^2$

$4{,}95 \cdot 10^5 = 550 \cdot v^2$

$v^2 = \dfrac{4{,}95 \cdot 10^5}{550} = 900$

$v = \sqrt{900} = 30\ \text{m/s}$

6 Werken met voorvoegsels

Een grootheid is iets wat je kunt meten. Voorbeelden van grootheden zijn massa, kracht, weerstand en tijd. Om een grootheid te kunnen meten, heb je een eenheid nodig. Je meet de massa in kilogram, de kracht in newton, de weerstand in ohm en de tijd in seconden. In *BINAS* tabel 6 *Enkele grootheden* kun je verschillende grootheden en hun eenheden opzoeken.

Vaak past de grootte van een eenheid niet goed bij de grootte van wat je wilt meten. In dat geval kun je een voorvoegsel voor de eenheid zetten. In plaats van "De dikte is 0,0003 meter" schrijf je: "De dikte is 0,3 mm". De betekenis is hetzelfde, maar 0,3 mm is veel gemakkelijker te begrijpen dan 0,0003 m.

Soms moet je gegevens omrekenen om een voorvoegsel weer kwijt te raken. In berekeningen over de weerstand bijvoorbeeld, werk je met de stroomsterkte in A en niet in mA. Als de stroomsterkte in mA is gegeven, reken je die eerst om. Anders gaat het fout als je de gegevens in de formule invult.

Je kunt een voorvoegsel altijd vervangen door een macht van 10. In plaats van "De centrales hebben samen een vermogen van 450 GW' kun je ook schrijven: "De centrales hebben samen een vermogen van $450 \cdot 10^9$ W". Het voorvoegsel G (giga) betekent hetzelfde als 10^9 miljard.

In *BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren* kun je de betekenis van de verschillende voorvoegsels opzoeken: van n = nano = 10^{-9} (miljardste) tot T = tera = 10^{12} (biljoen). Maar het is handig om de betekenis van m (milli), c (centi), k (kilo) en M (mega) uit je hoofd te kennen.

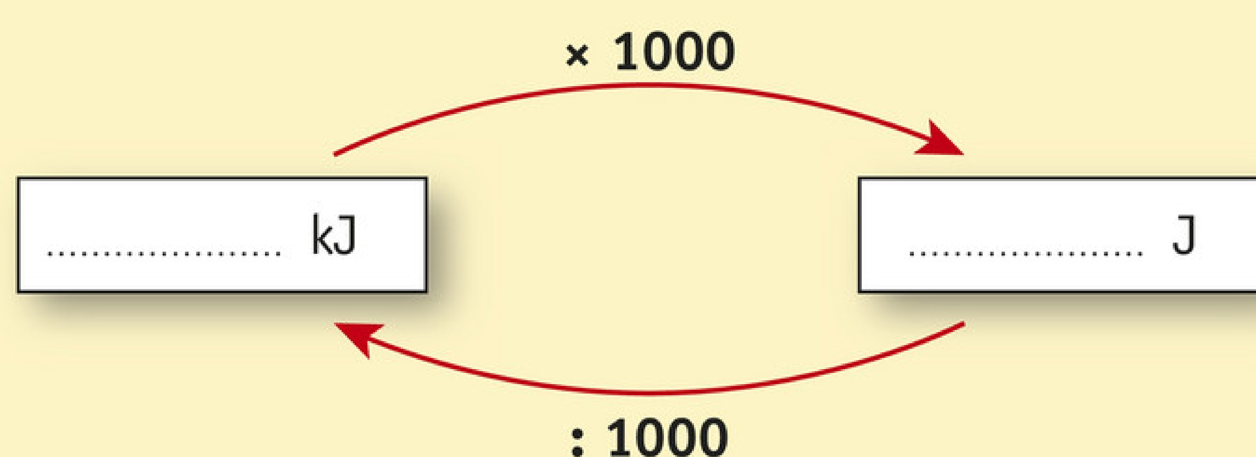
VOORBEELDOPDRACHT 6

Xander föhnt zijn haar in 1,5 minuut droog. Het verwarmingselement in de föhn produceert in die tijd 72 kJ warmte.
Bereken het vermogen van het verwarmingselement.

gegevens E = 72 kJ = 72 000 J (afbeelding 9)
t = 1,5 min = 90 s

gevraagd P = ? W

uitwerking $P = \frac{E}{t} = \frac{72\,000}{90} = 800$ W



afbeelding 9 Omrekenen van kilojoule naar joule en omgekeerd.

7 Werken met machten van 10

Bij natuur- en scheikunde krijg je soms te maken met getallen die erg groot of juist erg klein zijn. Er is een handige manier bedacht om dit soort getallen op te schrijven. Voor grote getallen gebruik je positieve machten van 10. Voor kleine getallen gebruik je negatieve machten van 10.

positieve machten	negatieve machten
$10^1 = 10$	$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0{,}1$
$10^2 = 10 \times 10 = 100$	$10^{-2} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100} = 0{,}01$
$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$	$10^{-3} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{1000} = 0{,}001$
enzovoort	enzovoort

Soms is het handig om een macht van 10 te vervangen door een voorvoegsel. In plaats van “Het vermogen is $250 \cdot 10^6$ W” kun je ook schrijven: “Het vermogen is 250 MW”. Het voorvoegsel M (mega) betekent miljoen, net als 10^6. In *BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren* kun je opzoeken welke macht van 10 overeenkomt met welk voorvoegsel.

VOORBEELDOPDRACHT 7

Volgens de website www.klimaatakkoord.nl verbruikt een gemiddeld Nederlands gezin 3500 kWh elektrische energie per jaar.
Hoeveel is dat in joule?

Uitwerking

1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J (*BINAS* tabel 2 *Omrekenregels*)

3500 kWh = $3500 \times 3{,}6 \cdot 10^6$ J = $1{,}26 \cdot 10^{10}$ J = $12{,}6 \cdot 10^9$ J = 12,6 GJ

VOORBEELDOPDRACHT 8

Volgens de website www.klimaatakkoord.nl verbruikt een gemiddeld Nederlands gezin 1500 m^3 aardgas per jaar.
Hoeveel is dat in joule? De verbrandingswarmte van aardgas is 32 MJ/m^3.

Uitwerking

32 MJ/m^3 = $32 \cdot 10^6$ J/m^3 (*BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren*)

1500 m^3 aardgas levert bij verbranding:
$1500 \times 32 \cdot 10^6 = 4{,}8 \cdot 10^{10}$ J = $48 \cdot 10^9$ J = 48 GJ

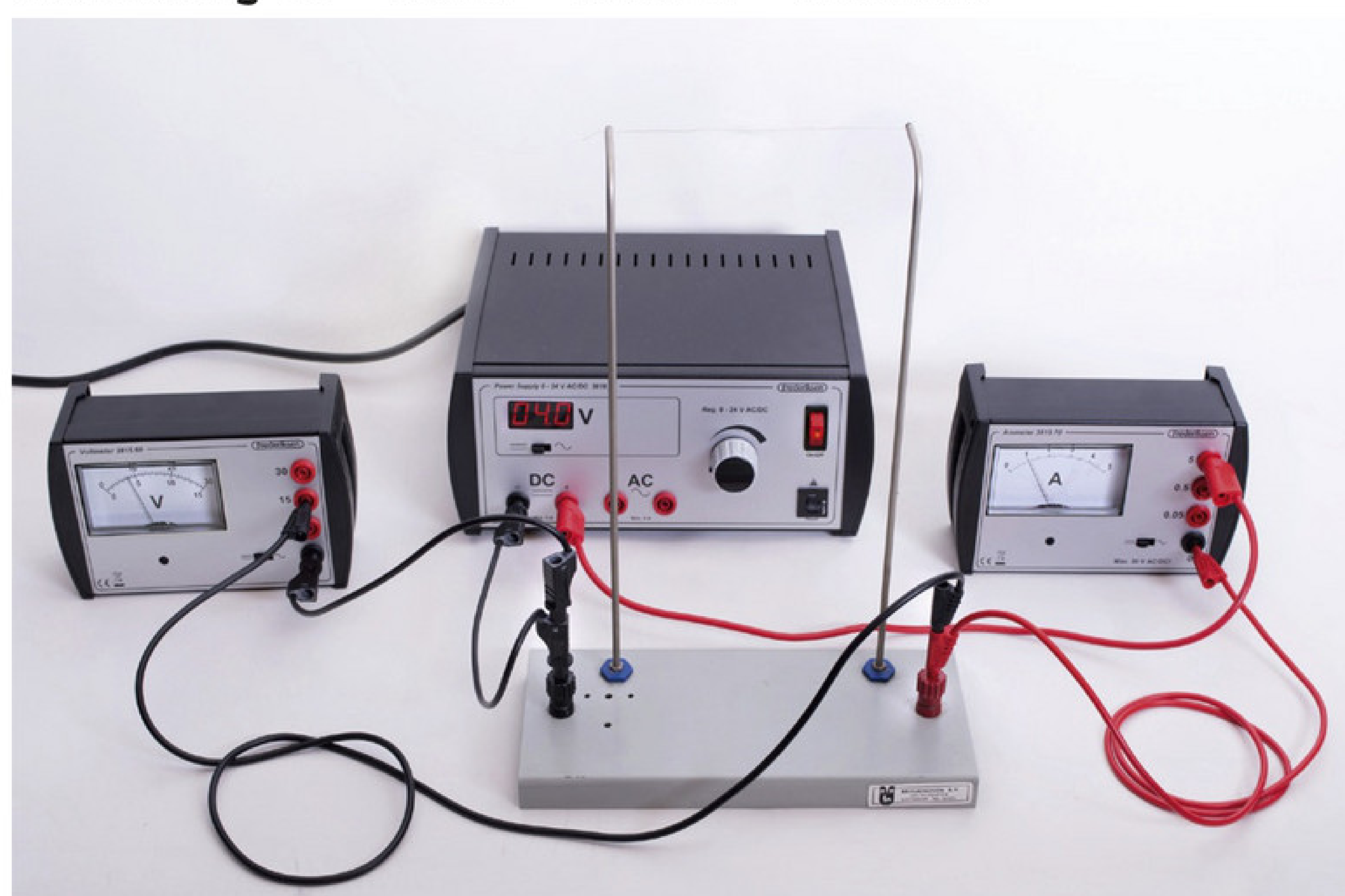
8 Werken met tabellen en grafieken

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Over een metaaldraad kun je bijvoorbeeld vragen:
Hoe hangt de stroomsterkte door de draad af van de spanning over de draad?

Je wilt dus het verband meten tussen de stroomsterkte en de spanning.
Om deze vraag te beantwoorden, voer je een serie metingen uit. Je maakt een serieschakeling met een voedingskastje, een metaaldraad en een stroommeter. Daarna schakel je de spanningsmeter parallel aan de draad (afbeelding 10a). Je vergroot de spanning stap voor stap (0 V, 1 V, 2 V, 3 V) en leest steeds de stroomsterkte af op de stroommeter. In een tabel noteer je de meetresultaten: links de spanning, rechts de stroomsterkte (afbeelding 10b).

Verbanden worden duidelijker als je ze weergeeft in een grafiek (afbeelding 10c). Zo'n grafiek teken je in potlood. Anders kun je later niets meer verbeteren.

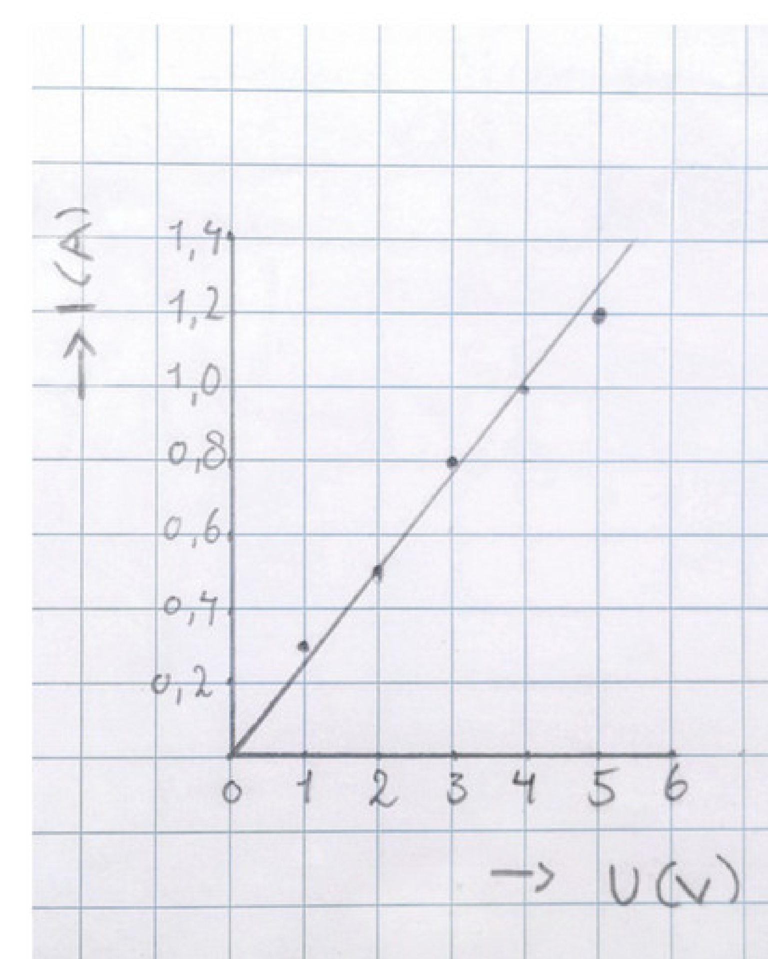
afbeelding 10 Meten – noteren – tekenen.



ⓐ

Spanning (V)	Stroomsterkte (A)
0	0
1	0,3
2	0,5
3	0,8
4	1,0
5	

ⓑ



ⓒ

Zo'n grafiek maak je als volgt:

- Teken een assenstelsel. In het boek is dat meestal al voor je gedaan.
- Zet bij elke as een grootheid, met de eenheid waarin je hebt gemeten. Bijvoorbeeld: → U (V) en → I (A).
- Zet langs beide assen een geschikte schaalverdeling. Zorg ervoor dat al je metingen in de grafiek passen en dat je grafiek niet te klein wordt. Gebruik minstens twee derde deel van de beschikbare ruimte op de assen.
- Teken de meetresultaten in als punten. Realiseer je daarbij dat er altijd kleine meetfouten in je meetresultaten zitten. Je mag er niet van uitgaan dat elk punt exact juist is.

- Trek een rechte lijn als de meetpunten ongeveer op een rechte lijn liggen. Laat die lijn zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Maar let op: je mag de punten niet een voor een met elkaar verbinden, want dan zou je een onregelmatig heen en weer gaande zigzaglijn krijgen.

- Teken een vloeiende kromme als de punten duidelijk niet op één lijn liggen. Laat de kromme zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Net als bij een rechte lijn mag je de punten niet een voor een met elkaar verbinden.

Het geeft dus niet dat een rechte lijn of een kromme niet precies door alle meetpunten loopt. Het is normaal dat meetpunten niet 100% nauwkeurig zijn. Daarom moet je bij het tekenen van de grafiek ook niet doen alsof.

9 Verbanden meten

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Neem bijvoorbeeld de onderzoeksvraag:
Wat gebeurt er met de stroomsterkte als je de spanning groter maakt?

Bij deze vraag gaat het om het verband tussen de stroomsterkte en de spanning.

Hoe meet je zo'n verband?

- Maak eerst een tabel waarin je de meetresultaten noteert: links de spanning, rechts de stroomsterkte.

- Maak de spanning stapsgewijs groter en lees af: welke stroomsterkte hoort bij deze spanning? Noteer de meetwaarden in de tabel.

- Controleer alle metingen minstens één keer, om aflees- en opschrijffouten te kunnen verbeteren.

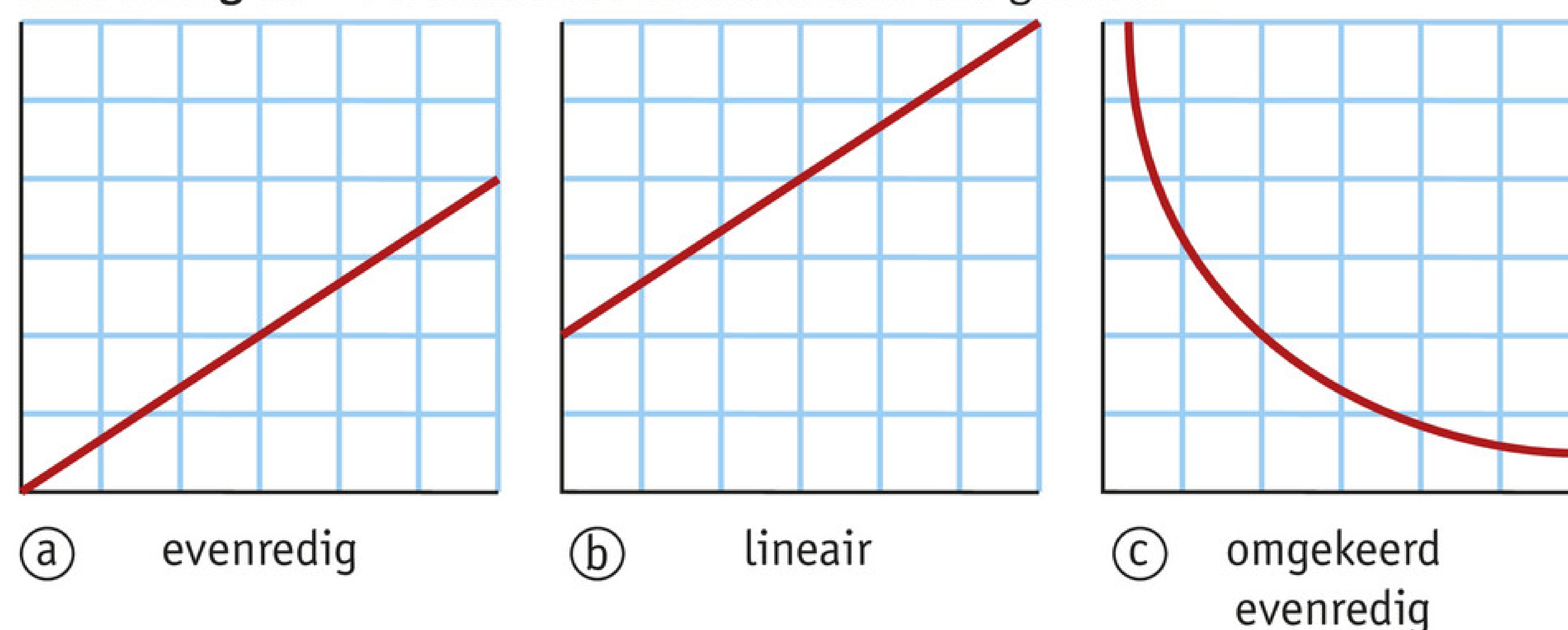
- Verwerk je metingen tot een grafiek. In vaardigheid 8 *Werken met tabellen en grafieken* kun je lezen hoe dat moet. Zet de spanning langs de horizontale as, en de stroomsterkte langs de verticale as.

- Vergelijk de grafiek die je hebt getekend met afbeelding 11. Daarin zie je hoe een grafiek eruitziet:
  a als het verband evenredig is;
  b als het verband lineair is;
  c als het verband omgekeerd evenredig is.

  Als de grafiek een rechte lijn is, is het verband tussen de twee grootheden lineair. Gaat de grafiek ook door de oorsprong, dan is het verband evenredig.

Het meten van verbanden tussen andere grootheden kun je op dezelfde manier aanpakken.

afbeelding 11 Verschillende verbanden in een grafiek.



10 Een onderzoeksverslag maken

Bij een onderzoek hoort een verslag. In dat verslag leg je uit hoe het onderzoek is verlopen. Iemand die er niet bij is geweest, moet precies kunnen begrijpen wat er is gebeurd. Soms moet je ook een verslag maken van een gewone practicumproef.

Deel je verslag als volgt in:

Titelpagina
Hierop vermeld je de titel van het onderzoek, de namen van de leerlingen in je onderzoeksgroep, de naam van je leraar, de datum en het jaar.

§ 1 Onderzoeksvraag
In deze paragraaf leg je uit welke vraag je met je onderzoek wilde beantwoorden en welk antwoord je van tevoren dacht te vinden.

§ 2 Werkplan
Hierin staat:
- een lijst met de spullen die je hebt gebruikt;
- een tekening van de opstelling die je hebt gemaakt;
- een korte beschrijving van wat je hebt gedaan:
  - Welke grootheden heb je gemeten?
  - Welke meetinstrumenten heb je gebruikt?
  - Hoe heb je de meetresultaten verwerkt (tekenen / berekenen)?
  - Welke berekeningen heb je uitgevoerd (inclusief formules)?

§ 3 Onderzoeksresultaten
Hierin vermeld je wat je hebt waargenomen of gemeten: in de vorm van teksten, tabellen, foto's en dergelijke.

§ 4 Uitwerking
Hierin maak je grafieken van je meetwaarden en voer je berekeningen uit die je nodig hebt om je onderzoeksvraag te beantwoorden.

§ 5 Conclusies
Hierin staat het antwoord op de onderzoeksvraag. Ook schrijf je op wat er beter had gekund.

Een verslag hoort er goed en verzorgd uit te zien. Het gaat niet alleen om de inhoud van je verslag. Je moet die inhoud ook duidelijk en overzichtelijk presenteren. Een aantal aanwijzingen:
- Maak je verslag op de computer.
- Gebruik papier op A4-formaat.
- Zorg ervoor dat er ruime marges (witte ruimtes) overblijven: onder en boven, links en rechts.
- Kies een goed leesbaar lettertype, met een goede lettergrootte.
- Zet een vet kopje boven elke paragraaf.
- Zorg voor nette tekeningen, tabellen en grafieken. Zet er een nummer bij, zodat je ernaar kunt verwijzen.

Er zijn ook andere manieren om een verslag te maken. Sommige proeven kun je bijvoorbeeld filmen. Let er wel op dat je alle paragrafen van het verslag aan bod laat komen. Een enkele keer kun je er misschien zelfs een rap van maken. En misschien zijn er nog andere vormen die jij leuk vindt. Overleg dat eerst altijd met je leraar.

Register

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
Sander Michon
Lian Poelsma
Rein Tromp, Recursief

EINDREDACTIE
Linda Kleverlaan, Fundamen*taal* communicatie | educatie
Sander Michon, Michon Educatie

MET MEDEWERKING VAN
Frits Kappers
Lineke Pijnappels
Coert Schatorjé

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis Infographics, Groningen
Herman Sittrop/Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam
Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

BEELDVERANTWOORDING

1: Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam/2: Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 249; 1: Shutterstock/ MarinaGrigorivna/2: Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 234; 1: Shutterstock/Nerthuz/2: Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 142; 1: TONZON, Enschede/2: Sittrop grafisch realisatiebureau, Rotterdam: Pag. 29 (o.), 218; 123RF/ csmaster83: Pag. 23 (b.); 123RF/Dmitriy Larichev: Pag. 88; 123RF/luckybusiness: Pag. 91; 123RF/Michele Ursi: Pag. 229; 123RF/Nemanja Otic: Pag. 109; 123RF/Sergii Baranov: Pag. 230; 123RF/thamkc: Pag. 82 (o.); Angel Photography, Amsterdam: Pag. 184; 185; ANP Foto/Berlinda van Dam: Pag. 99 (o.); ANP Foto/Evert van Moort: Pag. 173; ANP Foto/Flip Franssen: Pag. 212/213; ANP Foto/Gemini Windpark/AFP: Pag. 168; ANP Foto/ Marco van Middelkoop: Pag. 177; ANP Foto/Peter Hilz: Pag. 183 (o.); ANP Foto/Rob Engelaar: Pag. 112; ANP Foto/Science Photo Library: Pag. 245; ANP Foto /Science Photo Library: Pag. 23 (l.o.); ANP Foto/Science Photo Library/Cordelia Molloy: Pag. 49 (r.o.); ANP Foto/Science Photo Library/Trevor Clifford Photography: Pag. 27 (l.); Anthill Art/Anthill Art: Pag. 233; Bohnet GmbH/Bohnet GmbH: Pag. 118; Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 79 (l.o.), 79 (m.o.), 79 (r.o.), 81 (l.b.), 81 (r.b.), 81 (l.o.), 81 (r.o.), 87, 89 (o.), 90 (b.), 90 (o.), 92, 93, 94, 98 (l.b.), 98 (r.b.), 96, 100, 101, 103 (l.), 103 (m.), 103 (r.), 103 (o.), 104 (o.), 106 (l.), 106 (m.), 106 (r.), 107, 111, 119, 121, 123, 125, 247, 250 (b.), 250 (o.), 251, 253; Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 8, 9 (b.), 9 (b.), 9 (b.), 9 (b.), 9 (b.), 12 (r.), 14 (b.), 16 (r.), 19, 20, 21, 23 (r.o.), 24 (b.), 24 (r.o.), 25 (b.), 25 (o.), 26, 27 (r.), 28 (l.b.), 28 (m.b.), 28 (r.b.), 28 (o.), 29, 30 (b.), 30 (o.), 32, 34, 35 (l.o.), 35 (r.o.), 36 (b.), 36 (l.o.), 37 (b.), 37 (o.), 38, 39 (l.), 39 (r.), 40 (b.), 40 (o.), 43, 45 (l.b.), 45 (r.b.), 45 (l.o.), 45 (r.o.), 46 (l.o.), 46 (r.o.), 47 (l.b.), 47 (r.b.), 47 (l.o.), 48 (l.), 48 (r.), 49 (b.), 50 (l.), 50 (r.), 51 (b.), 51 (o.), 52, 53 (b.), 53 (o.), 54 (r.b.), 54 (o.), 55, 57, 58, 59, 59, 61, 62 (b.), 62 (o.), 64, 74 (l.), 74 (m.), 74 (r.), 84 (l.), 84 (m.), 84 (r.), 132, 135, 137 (b.), 146, 149, 153, 154, 157, 158 (l.), 158 (m.), 158 (r.), 159 (b.), 159 (o.), 160, 164, 165 (b.), 165 (l.o.), 165 (r.o.), 166, 167, 170, 172, 179, 180, 187, 189, 192, 195, 197 (b.), 197 (o.), 198, 200, 254, 256, 260; Eurofysica, 's-Hertogenbosch: Pag. 24 (lo.); Getty Images/Mischa Keijser: Pag. 130/131; Imageselect/ Marilyn Green/Eyeem: Pag. 156; Imageselect/Alamy Stock Photo/William Caram : Pag. 78; Imageselect/Alamy Stock Photo/Zoonar GmbH : Pag. 108; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 11 (b.), 11 (o.), 12 (l.), 13, 14 (o.), 16 (l.), 17 (l.), 17 (r.), 35 (l.b.), 35 (r.b.), 41, 47 (r.o.), 75 (b.), 77, 79 (b.), 97 (b.), 97 (l.o.), 97 (r.o.), 202, 214, 221 (l.o.), 221 (r.o.), 252, 258 (l.), 258 (m.), 258 (r.); Milieu Centraal/milieucentraal.nl (bewerking Erik Eshuis Infographics): Pag. 152; Nationale Beeldbank/Tineke Jongewaard: Pag. 82 (b.); Shutterstock/Anton Starikov: Pag. 75 (o.); Shutterstock/bibiphoto: Pag. 215; Shutterstock/Bonsales: Pag. 144; Shutterstock/Cate Frost: Pag. 138; Shutterstock/Dario Sabljak: Pag. 236; Shutterstock/Dmitry Kalinovsky: Pag. 181; Shutterstock/Elena Elisseeva: Pag. 145; shutterstock/Evgrafova Svetlana: Pag. 115; Shutterstock/Fedor Selivanov: Pag. 155; Shutterstock/Freeograph: Pag. 42; Shutterstock/gorillaimages: Pag. 223 (b.); shutterstock/IZF: Pag. 114; Shutterstock/J Butcher: Pag. 72/73; Shutterstock/Jon Naustdalslid: Pag. 171; Shutterstock/kung_tom: Pag. 6/7; Shutterstock/Levent Konuk: Pag. 95; Shutterstock/makasana photo: Pag. 235; Shutterstock/ Nadezda Murmakova: Pag. 137 (o.); Shutterstock/Nahlik: Pag. 169; Shutterstock/Nasruddeen Alanthi: Pag. 99 (b.); Shutterstock/PitukTV: Pag. 49 (l.o.); Shutterstock/Planner: Pag. 232; Shutterstock/pockethifi: Pag. 49 (3e l.o.); Shutterstock/Red Umbrella and Donkey: Pag. 98 (o.); Shutterstock/Roi and Roi: Pag. 191; Shutterstock/Rudmer Zwerver: Pag. 134; Shutterstock/ Scharfsinn: Pag. 183 (b.); Shutterstock/ScofieldZa: Pag. 36 (r.o.); Shutterstock/The Mariner 4291: Pag. 225; Shutterstock/ TonStocker: Pag. 49 (2e l.o.); Shutterstock/Vitalii Nesterchuk: Pag. 86; Shutterstock/wavebreakmedia: Pag. 76; Sittrop Grafisch Realisatie Bureau, Rotterdam: Pag. 9 (o.), 133, 89 (l.b.), 89 (r.b.), 220, 221 (b.), 222, 223 (o.), 224, 227, 237, 238, 239; Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2021: Pag. 216, 217 b.), 217 (o.); TONZON, Enschede/TONZON, Enschede: Pag. 219 (b.); WeLLDesign.com: Pag. 54 (l.b.); www.lanceworkshops.com/Henry Lance: Pag. 105

OMSLAG

Westend61 GmbH/Alamy Stock Photo/Christian Vorhofer

ISBN 978 94 020 7326 3

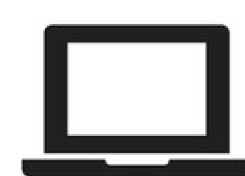
Release 5.0, eerste oplage

MALMBERG

MAX


Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.


Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.


Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEURS

Sander Michon

Lian Poelsma

Rein Tromp

EINDREDACTIE

Linda Kleverlaan

Sander Michon

MET MEDEWERKING VAN

Frits Kappers

Lineke Pijnappels

Coert Schatorjé

Release 5.0

ISBN 978 94 020 7326 3



598803-01

MALMBERG